19. JAHRGANG

Funkschau

JUNI 1947 Nr. 6

Ein Jahr Funkschau – Rückblick und Ausblick

Als vor einem Jahre, im Juni 1946, die FUNKSCHAU als erstlizenzierte radiotechnische Zeitschrift in Deutschland wieder erscheinen konnte, war die Lage des gesamten rundfunktechnischen Sektors eine keineswegs beneidenswerte. Zerstörte Fabrikationsstätten suchten nach provisorischem Aufbau der wichtigsten Werkräume Anschluß an die bei Kriegsbeginn unterbrochene Rundfunkgerätefabrikation. Der Rundfunkhandel verlagerte sein Tätigkeitsfeld auf den Vertrieb kommerzieller Teile, die für den Funktechniker infolge ihrer Konstruktion für Spezialgeräte meist von fragwürdiger Bedeutung sind. In den Reparaturwerkstätten sah sich der Rundfunkmechaniker oft vor die schwierige Aufgabe gestellt, ohne geeignete Ersatzteile völlig veraltete Geräte wieder auf Leistung zu bringen.

Meinungsaustausch der Fachkreise

In diesem Zeitpunkt des beginnenden Wiederaufbaues war es für alle Fachkreise von größter Wichtigkeit, die unterbrochene Verbindung mit Fabrikanten und Lieferanten wieder aufzunehmen. Die FUNKSCHAU kam diesem Bedürfnis weitgehend entgegen. In den Rubriken „Sie funken wieder" und „Wer stellt her? Wer liefert?" wurde auf wieder arbeitende Betriebe hingewiesen und damit so mancher Materialengpaß überwunden. Diese knappen Industriekurzberichte fanden in Leserkreisen ein einzigartiges Echo. Bei einzelnen Firmen häuften sich die Posteingänge, zu deren Erledigung neue Schreibkräfte herangezogen werden mußten. Wenn auch die Wünsche zahlreicher Interessenten im damaligen Zeitpunkt postwendend nicht erfüllt werden konnten und es höchstwahrscheinlich noch lange dauern wird, bis jeder im gewünschten Umfang Lieferungen erwarten darf, so brachten doch die Industriekurzberichte der FUNKSCHAU Produzenten und Abnehmer in engere Verbindung, die einen beiderseitigen Meinungsaustausch herbeiführt und zur Klärung dringender Fragen beiträgt.

Die Lage der Rundfunkindustrie

Obwohl die deutsche Rundfunkindustrie gerade im letzten Winter ihre Pläne im beabsichtigten Umfang nicht verwirklichen konnte und vorübergehende Betriebsschließungen die Arbeit stocken ließen, darf man dennoch in vielen Fällen eine erfreuliche Aktivität feststellen. Während in den ersten Monaten Geräte einfachster Art vom Detektorempfänger bis zum P 2000-Kreiser in kleinen Auflagen hergestellt werden, setzt sich jetzt nach Klärung materialbedingter Schwierigkeiten der Mittelklassensuper nach und nach wieder durch. Man ist froh, annähernd Vorkriegsqualität zu erreichen. Zu planvoller Weiterentwicklung scheint die Zeit noch nicht gekommen zu sein. Neben dieser seriösen Entwicklungsrichtung hat sich in letzter Zeit, hervorgerufen durch Neugründung kleiner Fabrikationswerkstätten, eine ungesunde Entwicklung im Gerätebau angebahnt. Wie insbesondere die Leipziger Frühjahrsmesse bewies, betrachten manche Firmen ihre Produktionsaufgaben mit der Herstellung kleiner Einkreisempfänger schlechter Qualität als gelöst. Für den Einzelhandel und vor allem für die Reparaturwerkstätten bedeutet dieses Verlegenheitsprogramm eine große Gefahr, denn man darf annehmen, daß diese ohne Sorgfalt, vielfach sogar auf bastelmäßiger Grundlage hergestellten Geräte bald reparaturbedürftig werden und den ohnehin knappen Ersatzteilbestand der Werkstätten erheblich belasten werden. Die Produktion schlechter Empfänger schadet dem Rundfunkmarkt auf lange Sicht gesehen mehr als zunächst zur Befriedigung dringendster Käuferwünsche von Vorteil zu sein scheint. Als Kuriosum sei auf ein „Gerät" hingewiesen, dessen Teile und Schaltung auf der Pappe-Rückwand eines kleinen, gleichfalls aus unstabiler Pappe bestehenden Lautsprecher-Gehäuses eingebaut sind. Man braucht kein großer Prophet zu sein, um den Fabrikationsmethoden dieser Geräteherstellen in Kürze ein hundertprozentiges Fiasko vorauszusagen. Ähnliche Tendenzen zeigt bedauerlicherweise auch der Meßgerätebau. Während zahlreiche, bestens bekannte Firmen nach wie vor am traditionellen Qualitätsprinzip festhalten, gibt es Meßgerätefabrikanten, die sich neuerdings auf die Herstellung von Prüfgeräten verlegen und speziell für Gerätereparaturen „einfache Hilfs- und Prüfgeräte" mit zweifelhaftem Wert für den Funkpraktiker herstellen. Da gerade mit diesen Geräten der Fachmann arbeiten muß, der sehr wohl zwischen einem Qualitätsmeßgerät und einem minderwertigen Erzeugnis zu unterscheiden versteht, werden diese Prüfgeräte noch schneller vom Markt verschwinden als beispielsweise ein schlechtes Empfangsgerät.

Zur Situation des Rundfunkhandels

Die Existenz manches Rundfunkhändlers ist gleichfalls auf eine harte Probe gestellt. Ein nennenswerter Verdienst aus Geräteverkauf läßt sich heute bei den kleinen Auflageziffern der neu anlaufenden Produktion ebensowenig erzielen wie unmittelbar nach Kriegsende. Die Lieferung neu hergestellter Einzelteile bewegt sich zudem in bescheidenen Grenzen. Um einen Ausgleich zu schaffen, sind verschiedene Händler, insbesondere solche, die früher Bastlerkundschaft bedient haben, zum Vertrieb kommerzieller Einzelteile übergegangen. Da es sich in der Regel jedoch um Spezialteile mit meist ausgefallenen Werten handelt, oder um Teile, die für den Selbstbau von Geräten kaum verwendet werden können, ist der Handel mit kommerziellem Material auf längere Sicht kaum durchführbar. Die meisten Rundfunkhändler sind daher zum Ausbau des Reparatursektors übergegangen.

Arbeit der Reparaturwerkstätten

Besonders im gegenwärtigen Zeitpunkt werden an das Können der Rundfunkinstandsetzer und Rundfunkmechaniker hohe Anforderungen gestellt. Die in kleinem Umfang erst anlaufende Röhrenproduktion, die sich zunächst auf bestimmte Serien beschränkt, reicht in keiner Weise zur Versorgung der Reparaturbetriebe aus. Infolgedessen wird der Rundfunktechniker für die nächste Zeit noch mit dem Problem des Röhrenersatzes durch andere Typen beschäftigt sein. Die FUNKSCHAU schenkt diesen Fragen besondere Beachtung, vor allem aber der zeitgemäßen Röhren-Regenerierung. Im vergangenen Jahre sind viele Werkstätten, angeregt durch zahlreiche Fachveröffentlichungen der FUNKSCHAU, zum Regenerieren ganz oder teilweise verbrauchter Röhren übergegangen. Es wurden dabei beachtliche Erfolge erzielt, die es ermöglichten, viele Rundfunkgeräte, die mangels geeigneter Ersatzröhren nicht weiterverwendet werden könnten, wieder betriebsfähig zu machen. Während die meisten Rundfunkwerkstätten bei der Gerätereparatur Hervorragendes leisten, gibt es bedauerlicherweise auch Reparateure, deren Arbeitsmethoden im Widerspruch zur bewährten Tradition handwerklicher Berufsauffassung stehen. Wir sind der Überzeugung, daß ein unzulänglich arbeitender Reparaturbetrieb innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit ebenso scheitern wird wie eine unreell arbeitende Gerätefabrik.

Zum Inhalt der FUNKSCHAU

Das Programm der FUNKSCHAU war im ersten Jahrgang seit Lizenzerteilung auf die zeitbedingten Bedürfnisse des Reparatur-Technikers eingestellt. Insbesondere standen Fragen der Meßtechnik im Vordergrund, da die Leistungsfähigkeit jeder Werkstatt wesentlich von den vorhandenen Meßeinrichtungen abhängt. Die veröffentlichten Kurzbeschreibungen von Meßgeräten fanden im Leserkreis allergrößtes Interesse. Auch im neuen FUNKSCHAU-Jahrgang soll diesem Gebiet breiter Raum gewidmet werden. Ferner wird der Erfahrungsaustausch der Reparaturwerkstätten nach wie vor gepflegt werden. Fragen der Röhrenregenerierung, des Röhrenersatzes, der zweckmäßigen Werkstattpraxis und des Einzelteileersatzes durch andere Werte und Typen stehen im Vordergrund. Wir rechnen dabei mit der Mitwirkung unserer Leser, die in täglicher Reparaturarbeit oft wertvolle Erfahrungen sammeln. Der Inhalt der FUNKSCHAU berücksichtigt im übrigen weitgehend dringende Leserwünsche. Die meisten Veröffentlichungen entstehen nach sorgfältiger Auswertung der zahlreich eingehenden Zuschriften und des FUNKSCHAU-Leserdienstes. An dieser Gepflogenheit wollen wir auch im neuen Jahrgang festhalten. Wir bitten unsere Leser, weiterhin ihre Artikelwünsche bekanntzugeben. Jeder einzelne kann so mitwirken an der Gestaltung der FUNKSCHAU, die in der Zukunft ebenso wie im vergangenen Jahr ihren Beitrag zur friedlichen Anwendung der Funktechnik leisten wird. D.

GLÜCKWÜNSCHE ZUM ERSTEN FUNKSCHAU-JAHRGANG

HEADQUARTERS
OFFICE OF MILITARY GOVERNMENT
WUERTTEMBERG-BADEN
FIRST MILITARY GOVERNMENT BATTALION (SEP)

Stuttgart
APO 154
8 May, 1947

Subject: Anniversary of „FUNKSCHAU"

To: Werner W. Diefenbach, Funkschau-Verlag, Stuttgart

At the first anniversary of „Funkschau" I wish to express my congratulations for the magazine's achievements to date and my best wishes for a successful continuance of its work. I do not doubt that the sound technical information contained in „Funkschau" has helped a good many people to increase their enjoyment of radio broadcasts and to avail themselves of a medium of communication which can lead to better understanding among individuals and nations.

Zum ersten Jahrestag der FUNKSCHAU möchte ich meine herzlichsten Glückwünsche für die Gestaltung der Zeitschrift und meine besten Wünsche für die erfolgreiche Fortsetzung ihrer Tätigkeit übermitteln. Ich zweifle nicht, daß die ausgezeichneten technischen Informationen der FUNKSCHAU vielen Menschen dazu verholfen haben, mehr Freude am Rundfunkempfang zu erleben und daß dieses Verbindungsmittel zu einer besseren Verständigung zwischen den Menschen und Völkern beiträgt.

gez. J. H. HILLS
Col. GSC
Director, Information Control Division

RADIO STUTTGART
Stuttgart-O, Neckarstraße 145

Stuttgart, 12. Mai 1947
FGT/WM

So wie sich das Wissen eines einzelnen im Umgang mit seinen Mitmenschen bereichert, so wächst das Wissen der Völker zum großen Teil durch die fortschrittlichen Mittel des Verkehrswesens, das die Menschheit der Wissenschaft und dem Forschungsdrang verdankt. Anläßlich des ersten Jubiläums Ihrer ausgezeichneten Zeitschrift möchte ich Ihnen meinen herzlichsten Glückwunsch übermitteln. Möge der gute Ruf, den sich Ihre Zeitschrift im letzten Jahr erworben hat, ihr auch im kommenden Jahr treu bleiben.

gez. FRED G. TAYLOR JR.
Chief, Radio Branch

WUERTTEMBERGISCH-BADISCHER RADIO-CLUB
Geschäftsstelle Stuttgart - Neue Weinsteige 5

Stuttgart, 4. 5. 47.
K/E

Unter den vielen Sportarten gibt es keine, die so viel technisches Wissen und Können verlangt und von so großem erzieherischen Wert ist wie gerade der Funksport. Es darf als ein erfreuliches Zeichen betrachtet werden, daß sich jetzt die Jugend diesem für die Zukunft so aussichtsreichen Gebiet zuwendet. Ein richtiger Radio- und Kurzwellenamateur hat Freunde in der ganzen Welt, für ihn gibt es keine politischen Grenzen oder fremde Nationalitäten, keine Rassen oder Religionsgegensätze, bei den Radioamateuren spricht der Mensch zum Menschen! Leider wurde die freie Entwicklung der Amateurtätigkeit im Gegensatz zu Amerika von staatlicher Seite stark gehemmt. Wir wollen jedoch hoffen, daß im demokratischen Deutschland eine großzügige Förderung der Amateurtätigkeit möglich sein wird.

Um den an diesem Funksport Interessierten, insbesondere der Jugend das umfangreiche technische Wissen zu vermitteln, werden in erster Linie Fachbücher und -Zeitschriften benötigt. Wir freuen uns daher, daß heute die „Funkschau" als in Deutschland nach dem Kriege erstlizenzierte radiotechnische Zeitschrift auf ihr einjähriges Erscheinen zurückblicken kann und wir dürfen sie hierzu beglückwünschen und für die Zukunft alles Gute wünschen.

Württembergisch-Badischer Radio-Club
gez. EGON KOCH, Präsident

Vorbildlicher Reportagewagen

Ein hochqualifiziertes Rundfunkprogramm ist heute ohne aktuelle Sendungen und ohne Funkreportagen kaum vorstellbar. Unsere Rundfunksender bemühen sich daher zur technisch einwandfreien Abwicklung von Außenübertragungen Einrichtungen zu schaffen, die den besonderen Bedingungen des Funkberichts entgegenkommen. Der Mitteldeutsche Rundfunk, Sender Leipzig, hat unter der bewährten technischen Leitung von Direktor Hacke einen in vielfacher Hinsicht vorbildlichen Übertragungswagen geschaffen. Während die meisten bisher bekannten Aufnahmewagen in erster Linie für Sprachübertragungen eingerichtet sind, eignet sich der neue Ü-Wagen ebensogut für hochwertige Musikaufnahmen.

Wenn man den Wagen betritt, fällt zunächst die zweckmäßige Raumausnützung auf. Hinter dem Fahrersitz befindet sich die mit Regeleinrichtungen und Kontrollinstrumenten ausgestattete Schalttafel für die Stromversorgung, die sich auch aus eingebautem, batteriegespeistem Umformer vornehmen läßt. Über der Schalttafel sehen wir den bekannten Blaupunkt-Autosuper 7 A 79, ein für direkte Übertragungen sehr wichtiges Gerät, da man so nach der abgehörten Ansage aus dem Funkhaus im richtigen Augenblick die Sendung starten kann. Auf der rechten Seite befinden sich die Kreuzschienenverteiler für die Zusammenschaltung der Geräte und durch kleine Rollschränke verschließbar, zwei Dora-Magnetofone für Sprachübertragungen, während auf der anderen Seite ein Hf-Magnetofon für hochqualitative Musikübertragungen und ein Verstärker V 35 mit Kontrollautsprecher untergebracht sind. Ein weiterer Verstärker des Typs V 39 ergänzt die Übertragungseinrichtungen. Ein besonderer Vorzug des Leipziger Reportagewagens besteht in der schnellen Betriebsbereitschaft der technischen Einrichtungen. Nach Öffnen der rückwärtigen Türen stehen Kabeltrommeln für den Anschluß der Mikrofone griffbereit zur Verfügung, so daß Übertragungen in kürzester Frist durchgeführt werden können.

Werner W. Diefenbach

Bild 1. Der neue Reportagewagen vor dem Leipziger Funkhaus

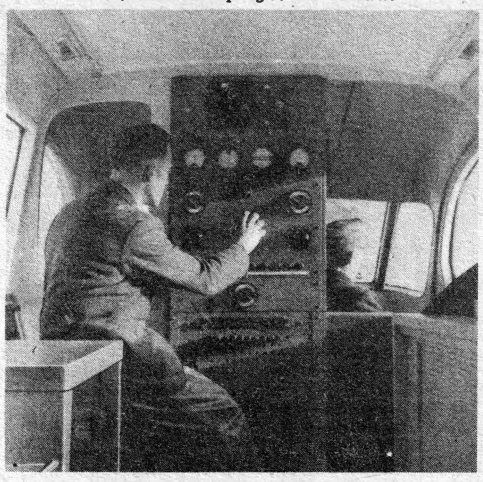


Bild 2. Blick auf die Hauptschalttafel (oben: Autosuper)

Bild 3. Hinter dem Fahrersitz befindet sich die Stromversorgungszentrale

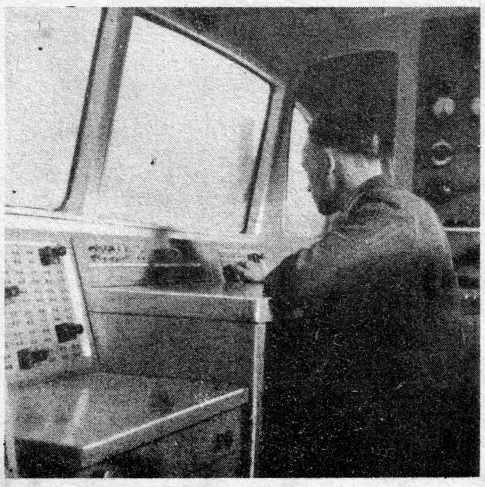


Bild 4. Kreuzschienenverteiler für die Zusammenschaltung der Leitungen

Bild 7. Eben wird eine Musiksendung auf dem Hf-Magnetofon aufgenommen

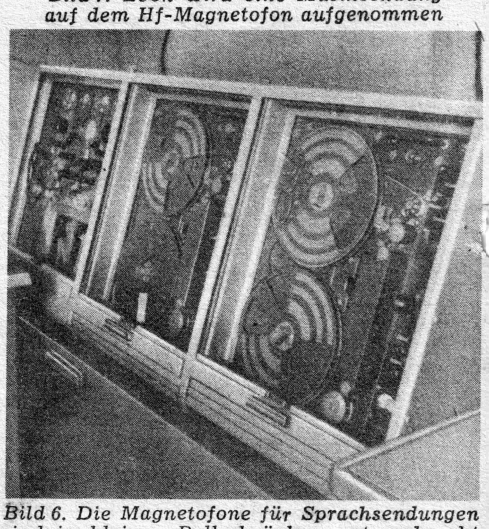


Bild 6. Die Magnetofone für Sprachsendungen sind in kleinen Rollschränken untergebracht

Bild 5. Nach Öffnen der rückwärtigen Wagentüren sind die Kabeltrommeln zugänglich

Kampf den Funkstörungen

Feueranzünder als Störsender

Die heutige Notlage zwingt zu vielen Behelfslösungen. Sicher ist der Mangel an Zündhölzern und Feuersteinen schwerwiegend, aber deswegen ausgerechnet offene Funkenstrecken zum Anschluß an das Lichtnetz zu bauen, ist eine zu kurzsichtige Behelfslösung. Überall werden derartige „Feueranzünder" zu Tausenden auf den Markt geworfen. Sie bestehen aus einer Funkenstrecke aus zwei gezackten Blechstreifen, die über eine Spule oder über einen Widerstand unmittelbar am Lichtnetz liegen. Dazu gehört eine Metallhülse mit einem benzingetränkten Docht. Durch Entlangstreichen des Dochtes an den gezackten Blechstreifen wird der Stromkreis geschlossen. Es entstehen Funken und entflammen den Docht, das „Feuerzeug" brennt.

Ein Verbot dieser „Feueranzünder" wird unter den heutigen Verhältnissen nicht möglich sein, aber alle einsichtigen Kreise sollten von sich aus den Kampf gegen diese Störquellen aufnehmen.

Um den vielleicht in guter Absicht handelnden Herstellern von elektrischen Feueranzündern einen besseren Weg zu zeigen, sei hier der Hinweis gegeben, daß sich mit dem gleichen Aufwand ein Anzünder herstellen läßt, bei dem ein kurzes Stück Wiederstandsdraht zum Glühen gebracht wird. Daran läßt sich leicht ein benzingetränkter Docht oder ein Papierstreifen entflammen oder sogar unmittelbar eine Zigarette anzünden, ohne daß störende elektrische Funken auftreten.

Also nochmals für jetzt und später

Kampf den Funkstörern!

Ing. O. Limann

Entwicklung und Fortschritt

Neue Anwendung von Fotozellen

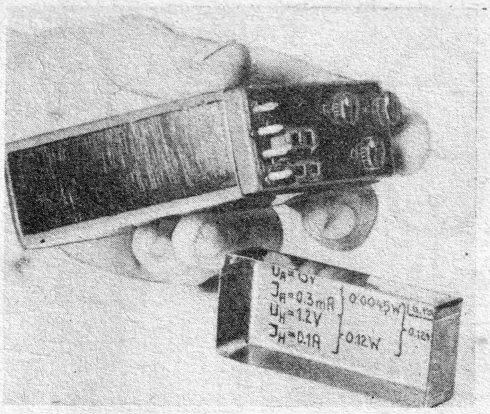
Bei einem neuen, in USA. verwendeten Kontrollgerät werden die geschliffenen Rasierklingen an einer Fotozelle vorbeigeführt. Ein schräg auffallender Lichtstrahl trifft die Schneide, wobei man einen Teil dieses Lichtes auf die Fotozelle reflektiert. Wenn die Schneide scharf ist, gelangt nur eine geringe Lichtmenge zur Fotozelle. Je stumpfer die Schneide ist, um so breiter wird ihre Rundung und um so mehr Licht wird in die Fotozelle zurückgeworfen. Dementsprechend steigt der Fotozellenstrom an, der nach Verstärkung einem Relais zugeführt wird. Wenn die Schärfe eine zulässige Grenze unterschreitet, spricht das Relais an, betätigt ein Signal und scheidet sofort die beanstandete Rasierklinge aus.

Ing. Hubert Gibas

WIR SCHLAGEN VOR:

Taschenempfänger mit DDD 25

Röhrenbestückung:	DDD 25
Wellenbereiche:	1500 . . . 780 kHz und 800 . . . 425 kHz
Stufenanordnung:	Triodenaudion Nf-Verstärker
Audionstufe:	Antenne direkt an Gitter- bzw. Anodenkreis geschaltet Bereicherweiterung durch anschaltbaren Parallelkondensator Regelbare Rückkopplung Permeabilitätsabstimmung
Nf-Stufe:	Drosselgekoppelter Triodenverstärker Kopfhörerempfang
Stromquellen:	Heizung aus zwei Monozellen in Parallelschaltung, Anodenspannung 18 V aus 6 Stabbatterien
Empfangsleistung:	Kopfhörerempfang des Orts- bzw. Bezirkssenders an 2 m langer Behelfsantenne



Schaltung

Das Schaltbild des Empfängers zeigt *Bild 1*. Als Röhre wurde die Preßglasröhre DDD 25 von Philips verwendet, jedoch läßt sich der Empfänger selbstverständlich auch mit den Röhren DDD 21, DLL 21, DLL 25 oder ähnlichen Typen bestücken, nur wird dabei der Heizstromverbrauch ungünstiger.

Die Abstimmung geschieht induktiv. Die Spulendaten sind unten angegeben. Die gesamte Eingangsschaltung ist für eine Antenne von zirka 1,5 . . . 2 m dimensioniert, so daß man z. B. mit dem in Betrieb befindlichen Empfänger auch spazieren gehen kann, Empfänger in der einen, Batteriekasten in der anderen Rocktasche und das Stück Antennenlitze irgendwo untergebracht.

Mit handelsüblichen Eisenkernen war es leider nicht möglich, einen genügend großen Abstimmbereich zu bekommen, so daß selbst mit Umschaltung der Mittelwellenbereich nicht bestrichen werden konnte. Es wurden

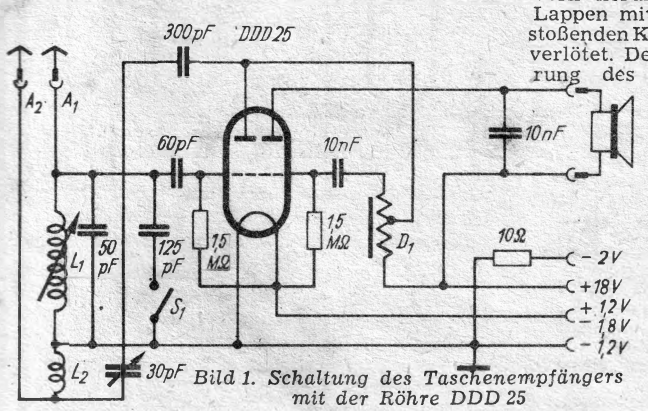


Bild 1. Schaltung des Taschenempfängers mit der Röhre DDD 25

daraufhin Versuche mit verschiedenen Kernmaterialien und Kernformen gemacht, die zu folgendem Ergebnis führten. Als Kernmaterial erwies sich MV 313 als am geeignetsten. Dieses Material wurde in kommerziellen Geräten vielfach für kleine Hf-Drosseln verwendet. Bei der Kernform erwies es sich zur Erreichung eines möglichst großen Induktivitätsbereiches als unbedingt nötig, die Gegenscheibe mit zu verwenden. Die Spule besteht also aus dem Spulenkörper mit angekitteter Gegenscheibe, aus dem Kern mit angekitteter Scheibe und dem in diese eingesetzten M 3 Gewindestift. So wurde ein Induktivitätsbereich von 1:4 bei 10 mm Hub erreicht. In unserem Falle konnten mit dem beschriebenen Kern bei 150 W, 10×0,05 (Induktivität 0,2—0,8 mH) mit einem Festkondensator von 50 pF der Bereich von 1500—780 kHz und mit einem weiteren zuschaltbaren Festkondensator von 125 pF der Bereich von 800 . . . 425 kHz bestrichen werden.

Für die Rückkopplung wurden bei der geringen Anodenspannung von 18 V über der Abstimmwicklung 80 Windungen gleichmäßig verteilt aufgebracht. Als Rückkopplungskondensator findet ein Philips-Lufttrimmer von 30 pF Verwendung, der mit einem Festkondensator von 300 pF in Serie geschaltet ist, um Kurzschlußgefahr zu vermeiden.

Zur Kopplung nach dem zweiten System der DDD 25, das zur Nf-Verstärkung benutzt wird, wurde eine Drossel verwendet. Als geeignetstes Bauteil erwies sich hierfür die Görler-Anodendrossel AKT 429 mit 100/400 H Induktivität. Die Drossel ist dabei als Autotransformator geschaltet.

Stromversorgung

Für die Heizung wurden im Mustergerät 2 parallel geschaltete Monozellen verwendet, um eine ausreichende Betriebsdauer sicherzustellen. Es empfiehlt sich nicht, zu Gunsten etwas geringeren Raumbedarfes dafür eine normale Stabbatterie zu verwenden, da damit bei 0,1 A Heizstrom nur eine Betriebszeit von zirka 8—10 Stunden zu erreichen ist. Mit den Monozellen wurden dagegen bei unterbrochenem Betrieb schon 60 Stunden erreicht. Für die Versorgung mit Anodenstrom verwendet man am besten 6 normale Stabbatterien, die eine Spannung von 18 V ergeben. Hierbei spielt die Belastbarkeit keine Rolle, da der Anodenstrombedarf so gering ist, daß die Batterien normalerweise durch Lagerung eher unbrauchbar werden, als durch Verbrauch.

Aufbau

Für den mechanischen Aufbau wird in *Bild 3* ein Beispiel gegeben, das wahrscheinlich die beste Raumausnutzung bei großer Handlichkeit des Formates gestattet. Das Hauptteil hierfür ist der in Bild 2 sichtbare Ständer. Rechtes und linkes Seitenteil werden nach vorn herumgeklappt, gleichfalls die beiden Lappen mit den Bohrungen. Die zusammenstoßenden Kanten dieses Ständers werden weich verlötet. Der untere Lappen dient zur Halterung des Röhrensockels, der obere zum Schutz des Glaskolbens der Röhre. Wie aus der Seitenansicht (*Bild 2*) zu ersehen ist, wird nun noch auf der Rückseite des Ständers, etwas oberhalb des abgebogenen Röhrensockellappens mittels Winkel ein Isolierstoffplättchen von zirka 40×30 mm angenietet. Dieses dient als Träger für Spule und Rückkopplungstrimmer. Die Drossel wird angeschraubt.

Das ganze Gestell wird nunmehr in einem napfförmigen Deckel von 30×75 mm mit zirka 10 mm hohen Rändern eingelötet. Dieser Deckel trägt die eingelöteten Muttern für die Spulen-Gewindespindel und den Wellenschalter, der aus einer entsprechend gebogenen und isoliert angeschraubten Relais-Kontaktfeder besteht, auf die der M 3 Gewindebolzen mit Masse Kontakt gibt. Auf den Trimmer wird ein Stückchen Gummischlauch aufgeschoben, ein Stückchen Hartpapierrohr entsprechenden Durchmessers hineingesteckt und außen der Knopf eingeschraubt. Als Knöpfe wurden die Schraubkappen der alten Europa-Pentoden verwendet. An einem 4-fach Steckerteil wird die Stromversorgung angeschlossen. Die beiden 2-fach-Buchsenteile dienen zum Anschluß von Kopfhörer und Antenne 1 und 2.

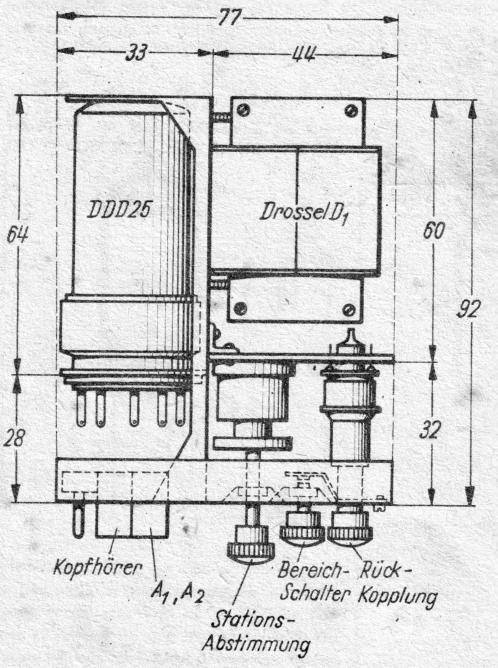


Bild 2. Maßskizze und Einzelteilanordnung

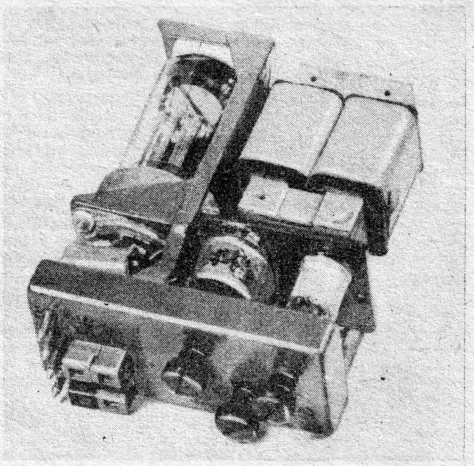
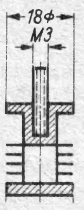


Bild 3. Gesamtansicht des Taschenempfängers bei abgehobener Haube. An der Frontplatte sieht man ganz links die vier Anschlußstecker, die Buchsen für den Kopfhörer und für Antenne, daneben Stationsabstimmung und Rückkopplungsregelung, in der Mitte darunter den Bereichschalter S_1.

Daten für Hf-Kern MV 313



Spule	Windungszahlen
L_1	150 Wdg., 10×0,05 (0,2 . . . 0,8 mH)
L_2	80 Wdg., 10×0,05

Daten gelten für Hub = 10 mm und Bereiche 1500 . . . 7800 kHz (C_1 = 50 pF), 800 . . . 425 kHz (C_3 = 125 pF)

In der Heizleitung liegt zu einem besonderen Steckerstift noch ein Widerstand von 10 Ohm, der es ermöglicht, das Gerät im Haus für die Heizung aus einem 2-V-Akkumulator zu betreiben.

Das Außengehäuse des Gerätchens kann man sich je nach Geschmack aus Metall oder Pertinax anfertigen.

Nun zu den Empfangsergebnissen. Im Haus war bei 2 m Antenne und 18 V Anodenspannung abends ein Fernempfang im Kopfhörer von zirka 35 Stationen möglich. Es muß dabei allerdings bemerkt werden, daß das Gerätchen im ersten Stock betrieben wurde. Der zirka 15 km entfernte 20-kW-Sender Salzburg konnte auch tagsüber in einem sehr empfindlichen Permanentlautsprecher (Mende) in schwacher Zimmerlautstärke empfangen werden. Auf dem Fahrrad ist der nächste Sender sicher zu empfangen. Die geringen Abmessungen dieses Taschenempfängers im Fotoformat machen das Gerät vor allem als Sportempfänger geeignet. Verwendet man eine Röhre mit Doppelpentodensystem, so ergibt sich höhere Empfindlichkeit. Eine weitere Empfindlichkeitssteigerung wäre durch Reflexschaltung denkbar.

G. Paldus

5 Funktechnik ohne Ballast

Gitter- und Schirmgitterspannungen

Gittervorspannungen

Erzeugung durch Katodenwiderstand. In Bild 46 werden Gitter- und Anodenspannungen aus einer Trockenbatterie entnommen. Die negative Gittervorspannung liegt über eine Spulenwicklung oder über den Widerstand R_g, die Wechselspannung über eine Kopplungswicklung oder den Kopplungskondensator C_k am Gitter. Die Gittergleichspannung wird zwischen Katode und Fußpunkt des Gitterableitwiderstandes gemessen. Das Voltmeter darf nicht unmittelbar am Gitter angeschlossen werden, sonst ergibt sich durch den Widerstand R_g ein Meßfehler.

Bei Netzbetrieb wird zur Erzeugung der Gittervorspannung nach Bild 47 ein Spannungsteiler über die vom Netzgleichrichter erzeugte Anodenspannung gelegt und die Gittervorspannung am Widerstand R abgegriffen. Die Stromrichtungspfeile geben die Polarität an, die Spannungen an den beiden Widerständen entsprechen genau den Batteriespannungen in Bild 46. Parallel zu R_2 liegt die Röhre mit dem Anodengleichstrom I_a. Man kann daher den Widerstand R_2 weglassen und ihn durch den Gleichstromwiderstand der Röhre selbst ersetzen und gelangt dadurch zu Bild 43. Der Anodengleichstrom I_a durchfließt den Widerstand R und erzeugt daran den Spannungsabfall $U_g = I_a \cdot R$. Fließt der Anodenwechselstrom I_a ebenfalls durch R, so entsteht ein Verstärkungsverlust und Lautstärkerückgang. Deshalb wird ein Kondensator C parallel gelegt, durch welchen der Wechselstrom einen bequemeren Weg findet. Die Berechnung von C ist ziemlich verwickelt. Für normale Empfangsschaltungen gelten etwa folgende Werte:

Hf- und Zf-Verstärkerröhren	C =	0,02 ... 0,1 µF
Nf-Verstärkerröhren	C =	4 ... 10 µF
Lautsprecherröhren	C =	10 ... 50 µF

Die Größe der Gittervorspannung ist wie in Bild 46 zwischen Katode und Fußpunkt des Gitterableitwiderstandes zu messen. Bild 42 zeigt die übliche Darstellung der Schaltung 43. Der Minuspol der Anodenspannung liegt am Chassis. Der Widerstand R wird als Katodenwiderstand R_k bezeichnet. Zur Lautstärkeregelung bei Regelröhren wird R_k nach Bild 48 veränderlich gemacht. Hohe Widerstandswerte ergeben hohen Spannungsabfall, kleine Steilheit und geringe Verstärkung (siehe Teil 4 dieser Reihe). Der Festwiderstand begrenzt die Gittervorspannung, damit die Röhre nicht überlastet wird. Der Widerstand R_2 aus Bild 47 wird in dieser Schaltung beibehalten und ergibt einen Zusatzstrom durch R_k, damit der Spannungsabfall groß genug wird, um die Lautstärke auf Null zu regeln.

Bei direkt geheizten Lautsprecherröhren (RE 134, RES 164, AD 1 usw.) wird der Katodenwiderstand nach Bild 44 über einen Einstellwiderstand (Entbrummer) an die Heizfadenenden gelegt, um Brummstörungen zu verringern.

Erzeugung durch gemeinsamen Widerstand in der Minusleitung. Durch den Widerstand zur Erzeugung der Gittervorspannung können auch nach Bild 41 die Katodenströme sämtlicher Röhren geleitet werden. Dieser Widerstand wird dann nach Bild 18 (Teil 2 dieser Reihe) zwischen Lade- und Siebkondensator gelegt. Der Ladekondensator ist hierbei vom Chassis isoliert! Die Gleichspannung am Ladekondensator enthält aber zuviel Brummspannung. Sie muß deshalb durch ein Siebglied $R_s C_s$ nach Bild 45 herabgesetzt werden, ehe sie zum Gitter der Röhre geführt wird. Für diese Röhre ist dann kein Katodenkondensator mit großer Kapazität notwendig. Die Größe der Gittervorspannung ist in diesem Fall zwischen Katode und Fußpunkt des Siebwiderstandes zu messen. An dem Widerstand in der Minusleitung kann nach Bild 49 noch eine weitere Gittervorspannung abgegriffen werden. Dies ist zur Vermeidung von Störerscheinungen notwendig, wenn Endröhren- und Niederfrequenzröhrensystem in einem Kolben vereinigt sind wie bei den Röhren ECL 11, UCL 11, VCL 11.

Bei direkt geheizten Endröhren ist die Katodenspannung nach Bild 50 über einen Entbrummer zuzuführen. Zum Unterschied von Bild 44 wird hierbei der teure Niedervoltelektrolytkondensator eingespart.

Berechnung. Zur Berechnung von R_k werden Gittervorspannung und Anodenstrom aus der Röhrenliste entnommen. Bei Pentoden sind Anoden- und Schirmgitterstrom zu addieren. Es ergibt sich:

$$R_k = \frac{U_g}{I_a + I_{g2}}$$

Beispiel: Gesucht wird der Katodenwiderstand der EF 12 als Hochfrequenzröhre. $U_g = -2V$; $I_a = 3$ mA; $I_{g2} = 1$ mA.

$$R_k = \frac{2\ V}{0{,}003 + 0{,}001\ A} = \frac{2\ V}{0{,}004\ A} = 500\ \Omega.$$

Meist sind die Katodenwiderstände in den Röhrenlisten angegeben. Bei Erzeugung der Gittervorspannung durch gemeinsamen Widerstand in der Minusleitung sind sämtliche dort fließenden Ströme zu addieren.

Schirmgitterspannung

Die Schirmgitterspannung von Röhren kann, wie aus Bil[illegible] und 29, Teil 4, bekannt, durch Vorwiderstand oder durch S[illegible]nungsteiler erzeugt werden.

Vorwiderstand. Nach Bild 51 ist im Widerstand R_{g2} der Unterschied zwischen der Sammelschienenspannung U_B und der Schirmgitterspannung U_{g2} zu vernichten. R_{g2} wird vom Schirmgitterstrom I_{g2} durchflossen. Dann ist:

$$R_{g2} = \frac{U_B - U_{g2}}{I_{g2}}$$

Beispiel: Röhre EF 11. $U_{g2} = 100$ V; $I_{g2} = 2$ mA; $U_B = 250$ V.

$$R_{g2} = \frac{250 - 100}{0{,}002} = \frac{150}{0{,}002} = 75\,000\ \Omega.$$

Sind zwei Röhren mit gleicher Schirmgitterspannung zu [illegible]treiben, z. B. ECH 11 und EBF 11, so ist ein gemeinsamer Vor[illegible]widerstand zu verwenden. Zu seiner Berechnung sind die beiden Schirmgitterströme zu addieren.

Spannungsteiler. Durch die Höhe des Querstromes I_q in Bild 52 verhindert man das zu starke Hochgleiten der Schirmgitterspannung. Ist U_{g2} die normale Schirmgitterspannung;

(Schluß Seite 65)

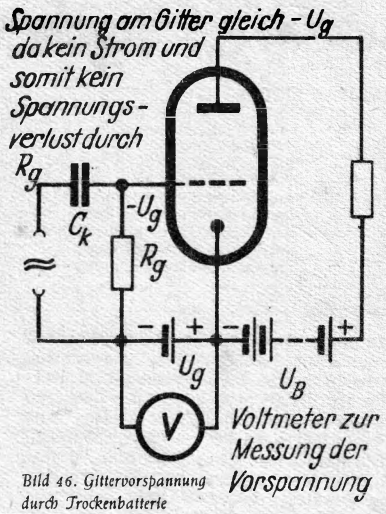


Bild 46. Gittervorspannung durch Trockenbatterie

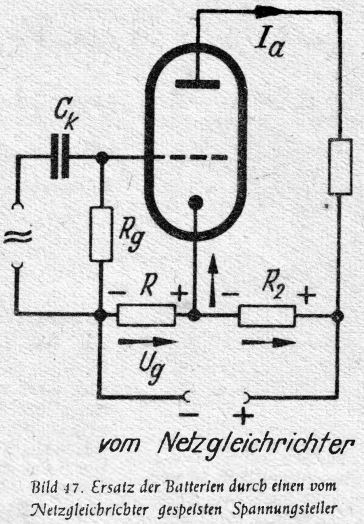


Bild 47. Ersatz der Batterien durch einen vom Netzgleichrichter gespeisten Spannungsteiler

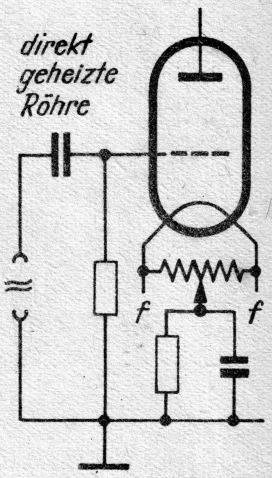


Bild 48. Veränderliche Gitterspannung durch Regelwiderstand

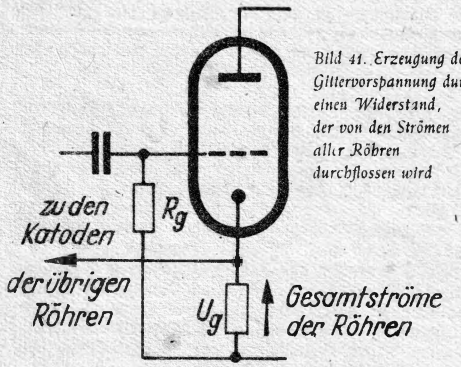


Bild 41. Erzeugung der Gittervorspannung durch einen Widerstand, der von den Strömen aller Röhren durchflossen wird

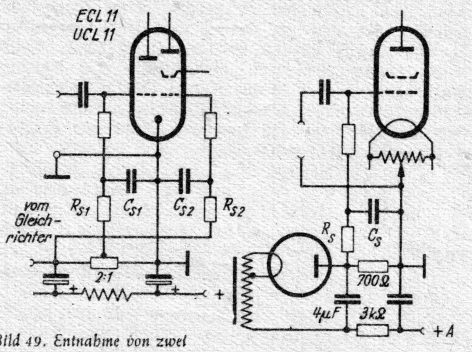


Bild 49. Entnahme von zwei verschiedenen Gittervorspannungen am Widerstand in der Minusleitung

Bild 50. Direkt geheizte Röhre mit Gittervorspannungserzeugung im Netzteil

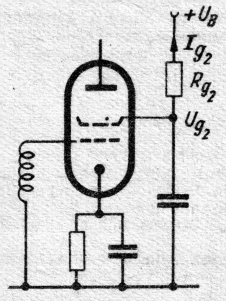


Bild 51. Zur Berechnung des Schirmgittervorwiderstandes

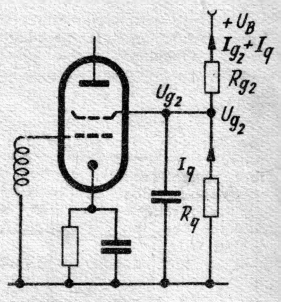


Bild 52. Zur Berechnung des Schirmgitterspannungsteilers

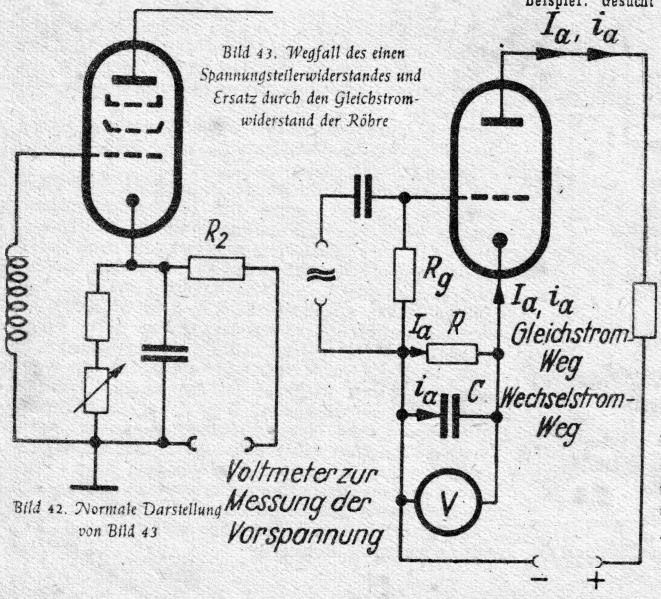


Bild 43. Wegfall des einen Spannungsteilerwiderstandes und Ersatz durch den Gleichstromwiderstand der Röhre

Bild 42. Normale Darstellung von Bild 43

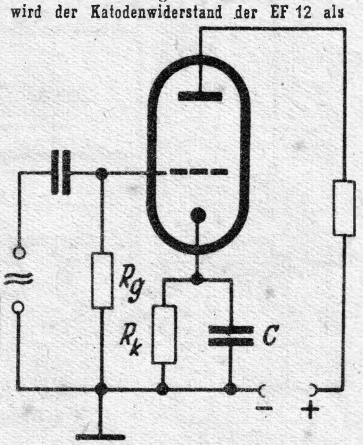


Bild 44. Einschaltung des Katodenwiderstandes bei einer direkt geheizten Endröhre. Der Katodenwiderstand läßt sich bei Trioden aus Gitterspannung und Anodenstrom berechnen. Bei Pentoden ist zum Anodenstromwert der Schirmgitterstromwert hinzuzuzählen.

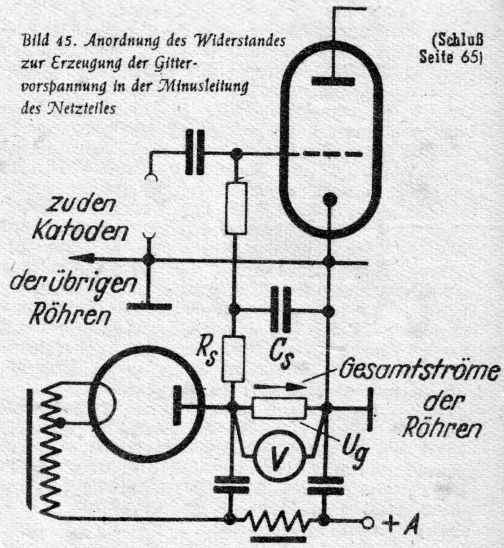


Bild 45. Anordnung des Widerstandes zur Erzeugung der Gittervorspannung in der Minusleitung des Netzteiles

Kraftverstärker mit kommerziellen Röhren

Für viele Aufgaben besteht das Bedürfnis nach Kraftverstärkern mit Leistungen, die wesentlich über denen der normalen Rundfunkgeräte liegen (Rundfunkgeräte mit Endröhren AL 4, EL 11 leisten etwa 4 Watt, mit Endröhren AL 5, EL 12 etwa 8 Watt). Von der Industrieseite sind neue Kraftverstärker noch nicht in genügender Zahl lieferbar. Andererseits stehen vielfach kommerzielle Röhren zur Verfügung, die für den Bau eines Kraftverstärkers sehr geeignet sind. Es ergibt sich deshalb der Wunsch Dimensionierungsangaben zu erhalten, die es ermöglichen, aus solchen Röhren Kraftverstärker aufzubauen. Da die Daten der in Betracht kommenden kommerziellen Röhren wesentlich abweichen von den Daten der sonst für Kraftverstärker üblichen Röhren, ergeben sich dementsprechend außergewöhnliche Dimensionierungen.

Die beim Bau von Kraftverstärkern für die Endstufe in Betracht kommenden Röhrentypen sind hauptsächlich:

LS 50, RL 12 P 50, RS 287, RL 12 P 35.

Die beiden ersten Typen stimmen in den elektrischen Daten völlig überein. Sie unterscheiden sich nur durch verschiedene Sockel. Die beiden letzten Typen stimmen sowohl in den Daten, als auch im Sockel völlig überein. Die Daten dieser Röhrentypen zeigen infolge ihrer Entwicklung als Senderöhren (Tabelle 1) geringere Steilheiten als dies bei modernen Kraftverstärker-Endröhren sonst üblich ist, so daß höhere Wechsel- und Gleichspannungen im Steuer-Gitterkreis erforderlich werden.

Gegentakt-A-B-Betrieb

Die günstigste Betriebsart für Nf-Kraftverstärker ist der Gegentakt-A-B-Betrieb. Gegenüber dem bei Rundfunkempfängern üblichen Eintakt-A-Betrieb liefert diese Betriebsart sogar die etwa 2,3-fache Nf-Ausgangsleistung bei gleicher Röhrenbelastung, da der Wirkungsgrad der Umsetzung der Gleichstromleistung in Tonfrequenz-Leistung besser ist. Für die beiden hauptsächlich in Betracht kommenden Röhrentypen gelten für Gegentakt-A-B-Betrieb die in den Tabellen 2 und 3 enthaltenen Betriebsdaten. Daraus ergibt sich z. B. für die LS 50 bei Betrieb mit 300 V Anodenspannung die Möglichkeit, eine Nutzleistung von 40 Watt zu erzielen. Dieselbe Röhrenbestückung ermöglicht bei 800 V Anodenspannung (selbstverständlich bei entsprechender Wahl der Steuergitter- und Schirmgitterspannungen) bis zu 120 Watt Nutzleistung. Der Verstärker selbst ist für beide Werte gleich bis auf den zusätzlich benötigten Spannungsteiler für die Schirmgitter und die andere Dimensionierung des Netzgeräts.

Die in den Tabellen enthaltenen Angaben über die benötigten Steuerspannungen bestätigen die schon erwähnte Abweichung gegenüber üblichen Kraftverstärker-Röhren-Typen, daß höhere Steuergitterwechselspannungen benötigt werden. Aus diesem Grunde muß die vor der Endstufe liegende Steuerstufe mit

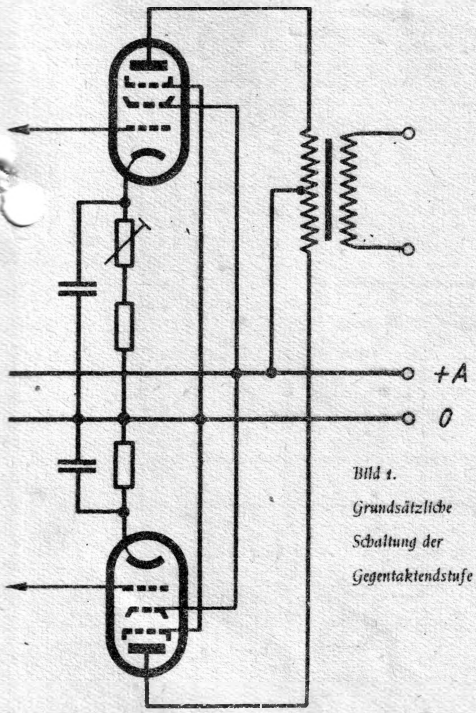


Bild 1. Grundsätzliche Schaltung der Gegentaktendstufe

besonderer Vorsicht dimensioniert werden. Bei dem im folgenden ausführlich beschriebenen Kraftverstärker wurde aus diesem Grunde in der Steuerstufe eine Triodenschaltung gewählt, da sie mit größerer Sicherheit die benötigte Gitterwechselspannung verzerrungsfreier liefern kann als eine Pentodenschaltung.

Neben diesen Grundüberlegungen sind bei dem Entwurf des Kraftverstärkers mit kommerziellen Röhren folgende Überlegungen angestellt worden.

Endstufen-Schaltung

Die Schaltung der Gegentakt-A-B-Endstufe ist in Bild 1 dargestellt. Die Bremsgitter sind bei kommerziellen Röhren, nicht wie bei den üblichen Kraftverstärkerröhren, bereits im Inneren der Röhre mit der Katode verbunden, sondern getrennt herausgeführt. Sie müssen deshalb schaltungsmäßig an Katode oder an Null-Leitung gelegt werden.

Katoden-Zusatzwiderstand

Eine der beiden Katodenleitungen enthält neben dem normalen für die Gittervorspannungserzeugung üblichen Widerstand noch einen einmalig einstellbaren Zusatz-Widerstand. Die Steilheiten der kommerziellen Röhren weisen nämlich größere Streuungen auf als die Steilheiten der üblichen Kraftverstärker-Endröhren (Abweichungen der Steilheit sind beim Betrieb als Senderöhren belanglos). Die Röhre mit der jeweils größeren Steilheit muß in die Seite der Gegentaktschaltung gesetzt werden, die den Zusatz-Widerstand im Katodenkreis enthält. Damit kann dann eine Einstellung beider Röhren auf gleichen Ruhestrom erfolgen.

Einstellung der Schirmgitterspannung

Nach Schaltung Bild 1 ist die Schirmgitterspannung gleich der Anodenspannung. Nach der Tabelle 2 ist dies nur zulässig bei Betrieb mit bis zu 300 V Anodenspannung. Bei höheren Spannungen müssen die Schirmgitter eine niedrigere Spannung erhalten. Dies führt dann zu der geänderten Schaltung Bild 2. In dieser Schaltung wird das Schirmgitter aus einem, aus zwei Widerständen bestehenden Spannungsteiler ge-

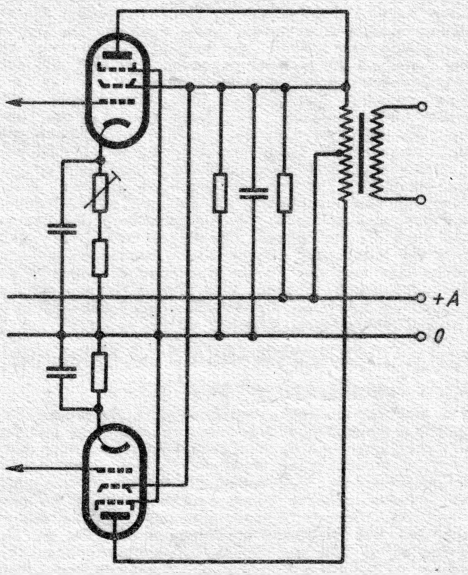


Bild 2. Gegentaktendstufe mit Schirmgitterspannungsteiler

speist. Zwischen den miteinander verbundenen Schirmgittern und dem Null-Leiter liegt ein Kondensator. Wie sich aus den Tabellen ergibt, ändert sich der Schirmgitterstrom vom Ruhestrom zum Strom bei voller Aussteuerung sehr stark. Andererseits soll sich trotz dieser Stromänderung die Spannung möglichst wenig ändern. Der Spannungsteiler muß infolgedessen mit einem Querstrom betrieben werden, der mindestens gleich dem Steuergitterstrom bei voller Aussteuerung ist, am besten sogar noch höher liegt. Der Gesamtwirkungsgrad der Endstufe wird dadurch leider ungünstig beeinflußt. Man wird sich zu diesem Schritt deshalb nur entschließen, wenn Ausgangsleistungen benötigt werden, die wesentlich über den ohne diese Komplikation erzielbaren 40 Watt liegen sollen. Es ist dann allerdings ein schöner Ausgleich für die eingebaute Komplikation, daß Nutzleistungen bis zu 120 Watt erzielbar sind. Bei den Röhrentypen der Tabelle 3 ist in allen Fällen der Schirmgitterspannungsteiler nach Bild 2 anzuwenden.

Gitterableitungs-Widerstand

Bei den hier betrachteten Röhrentypen sind nur verhältnismäßig niedrige Gitterableitungs-Widerstände zugelassen. Zweckmäßig werden nur etwa 250 kΩ pro Röhre benutzt, während sonst Kraftverstärkerröhren 0,7 . . . 1 MΩ haben dürfen. Auch aus diesem Grunde muß die vor der Endstufe liegende Steuerstufe abweichend dimensioniert werden.

Häufig wird die Beschaffung eines geeigneten Ausgangs-Transformators unter den derzeitigen Verhältnissen schwierig sein. Dagegen stehen eine Reihe von geeigneten Doppeldrossel-Typen zur Verfügung. Es sind dies die Doppeldrosseln, die für Netzanschlußgeräte in verschiedenster Ausführung als Siebdrosseln gebaut wurden. Sie eignen sich auch in der Gegentakt-Endstufe als Ausgangsdrossel gut. Mit Hilfe eines großen Kondensators werden die Ausgangsklemmen gleichstromfrei gemacht. Stehen zwei Kondensatoren zur Verfügung, so kann auch die Gleichspannung von

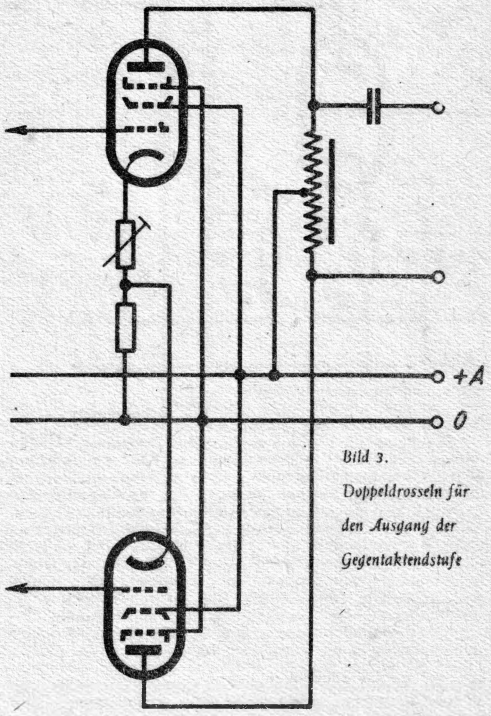


Bild 3. Doppeldrosseln für den Ausgang der Gegentaktendstufe

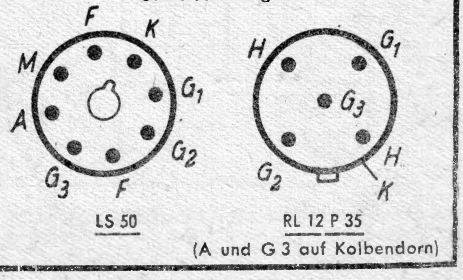
den Ausgangsklemmen abgehalten werden. Da bei so hohen Ausgangsleistungen meist mehrere Lautsprecher angeschaltet werden und diese dann Anpassungs-Transformatoren enthalten, ist eine Transformierung im Anodenkreis des Kraftverstärkers nicht erforderlich. Dies führt zu Schaltung Bild 3.

Bild 3 weist gegenüber Bild 1 und 2 noch eine weitere Modifikation auf. Die in Bild 1 und 2 vorgesehenen Elektrolyt-Kondensatoren zur Überbrückung der Katoden-Widerstände müssen nach Tabelle 3 Betriebsspannungen von 28 bis 51 V aushalten. Solche Elektrolyt-Kondensatoren mit der genügenden µF-Zahl sind aber schwer erhältlich. Ein Weglassen dieser Elektrolyt-Kondensatoren hat eine Stromgegenkopplung zur Folge, die, wie jede Gegenkopplung, eine erwünschte Linearisierung der Amplitudenkurve mit sich bringt. Der Rückgang der Verstärkung durch diese Gegenkopplung beträgt nicht mehr als etwa 2:1. Es werden auf diese Weise zwei nützliche Eigenschaften gleichzeitig erreicht, nämlich die Vermeidung der schwierig beschaffbaren Kondensatoren und die Erreichung der erwünschten Gegenkopplung. Bekanntlich ergibt eine Stromgegenkopplung aber eine Er-

Tabelle 1

	LS 50 = RL 12 P 50	RS 287 = RL12P35
Heizspannung Volt	12,6	12,6
Heizstrom Amp.	0,7	0,68
Anodenverlustleistung Watt	40	30
Schirmgitterverlustleistung Watt	5	5
Anodenspannung max. Volt	1000	800
Schirmgitterspannung max. Volt	300	200
Steilheit mA/V	3—5	2,8
Durchgriff G 2/G 1 %	16—22	17—23
Durchgriff A/G 1 %	0,3—0,7	1

Sockelschaltungen:



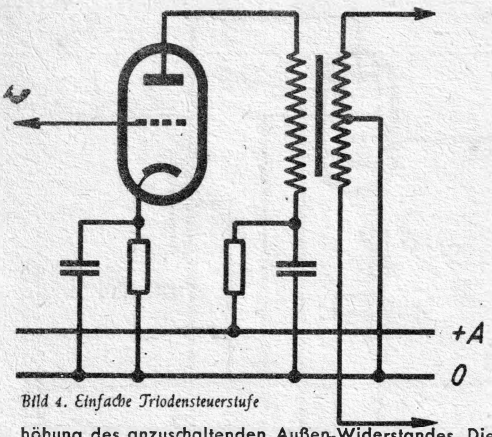


Bild 4. Einfache Triodensteuerstufe

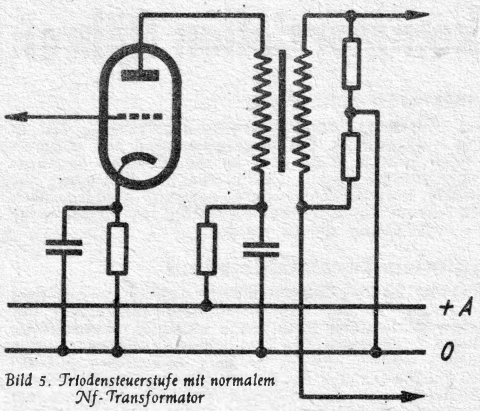


Bild 5. Triodensteuerstufe mit normalem Nf-Transformator

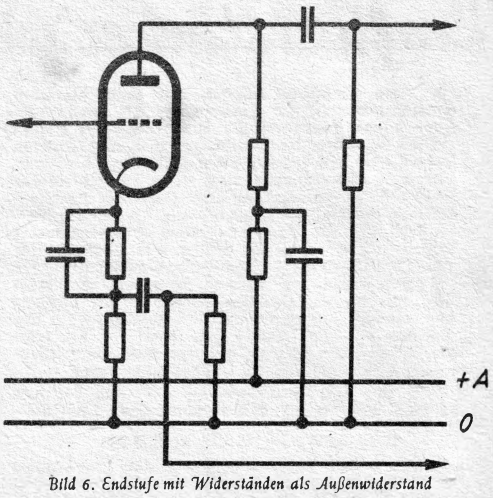


Bild 6. Endstufe mit Widerständen als Außenwiderstand

höhung des anzuschaltenden Außen-Widerstandes. Die in den Tabellen 2 und 3 enthaltenen Angaben für den Außenwiderstand müssen deshalb bei Verwendung dieser Stromgegenkopplung etwa verdoppelt werden. Da aber, wie bereits gesagt, die anzuschaltenden Lautsprecher Anpassungsübertrager enthalten und zudem durch passende Serienschaltung der Lautsprecher hohe Anpassungs-Widerstände erzielbar sind, entsteht hieraus keine Schwierigkeit. Das Weglassen der Überbrückungs-Kondensatoren im Katodenkreis ergibt außerdem die Möglichkeit, die beiden Katoden-Widerstände der beiden Gegentaktröhren in einem einzigen zusammenzufassen. Die in diesem Widerstand entstehende Gegenkopplung wirkt sich dann gleichzeitig für beide Röhren aus, was ebenfalls erwünscht ist. Die Schaltung Bild 3 enthält damit eine Reihe von Vereinfachungen gegenüber den Schaltungen Bild 1 und 2.

Die Steuerstufe

Für die Steuerstufe, die zwei gegen den Null-Leiter symmetrische Spannungen für die Aussteuerung der Endstufe zu liefern hat, bestehen eine Reihe von verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten. Die einfachste ist in Bild 4 gezeichnet. Eine Triode hat im Anodenkreis einen Transformator, dessen Sekundärwicklung zwei gleiche Hälften aufweist. Die Mitte der Sekundärwicklung wird an die Null-Leitung gelegt, die beiden Sekundärhälften liefern damit die für die beiden Gitter der Endstufe benötigten Spannungen. Im Anodenkreis der Triode wird über einen Filter-Widerstand und Filter-Kondensator für eine Entkopplung gegenüber Einwirkungen der Endstufe gesorgt. Die Anforderungen an die Eigenschaften des Nf-Transformators sind aber in dieser Schaltung außerordentlich hoch. Die Beschaffung eines geeigneten Transformators macht deshalb erhebliche Schwierigkeiten und gelingt unter den heutigen Verhältnissen meistens nicht. Es muß deshalb eine Schaltung gesucht werden, die diesen Spezial-Transformator vermeidet. Für die Lösung dieser Aufgabe stehen eine Reihe von verschiedenen Schaltungen zur Verfügung.

Triodensteuerstufe mit normalen Nf-Transformatoren

Eine gewisse Abhilfe ist nach Bild 5 dadurch möglich, daß nicht ein Transformator mit spezieller Gegentakt-Sekundärwicklung benutzt wird, sondern ein gewöhnlicher Nf-Transformator mit normaler Sekundärwicklung. Diese Sekundärwicklung wird über zwei gleiche hochohmige Widerstände abgeschlossen, deren Mitte an den Null-Leiter gelegt wird. Damit stehen an den beiden Außenenden wieder die beiden symmetrischen Spannungen zur Verfügung.

Endstufe mit Ohmschen Widerständen als Außenwiderstand

Da auch diese Schaltung nur möglich ist, wenn ein sehr guter Niederfrequenz-Transformator zur Verfügung steht, ist es von Interesse, noch andere Schaltungen zu untersuchen, die ohne Transformatoren auskommen. Häufig wird dabei eine Widerstandsverstärkerstufe nach Bild 6 vorgeschlagen. Gegenüber einer normalen Widerstandsverstärkerstufe, die den Hochohm-Widerstand zur Auskopplung der Niederfrequenzspannung nur im Anodenkreis hat, weist diese Endstufe folgende Änderungen auf. Der Außenwiderstand besteht aus zwei gleichgroßen Widerständen von halbem Ohmwert, von denen der eine zwischen der Anode und Plus-Anodenspannung, der andere zwischen Katode und Null-Leiter liegt. An jedem dieser beiden Außen-Widerstände steht deshalb die Hälfte der Ausgangsspannung zur Verfügung, und zwar in der gewünschten Phasenbeziehung von 180°, die für die Gegentakt-Endstufe erforderlich ist. Der Widerstand zwischen Katode und Null-Leiter ergibt eine starke Gegenkopplung. Die Stufe verstärkt aus diesem Grunde nicht sehr viel, ergibt aber jedenfalls die beabsichtigte Gegentakt-Ausgangsspannung. Die erforderliche Verstärkung muß in den Vorstufen erzielt werden. Für den vorliegenden Fall der Aussteuerung von Endstufenröhren, die hohe Gitterwechselspannungen benötigen, hat die Schaltung den Nachteil, daß sie zu schnell übersteuert wird, denn es steht an jedem der beiden Abnahmepunkte nur die Hälfte der von der Röhre insgesamt abzugebenden Spannung zur Verfügung. Aus diesem Grunde wurde auch diese Schaltung für den Bau des beabsichtigten Kraftverstärkers nicht benutzt.

Symmetrierungsschaltung mit Entnahme einer Anodenteilspannung

Eine andere, vielfach vorgeschlagene Schaltung, ist in Bild 7 dargestellt. Die obere der beiden Röhren stellt eine gewöhnliche Widerstandsverstärkerstufe dar. Verwendet wird eine Pentode in Triodenschaltung (Schirmgitter und Bremsgitter mit Anode verbunden). Die Triodenschaltung ermöglicht bekanntlich höhere unverzerrte Ausgangsspannungen als die Pentodenschaltung bei gleicher Anodenspannung. Da es im vorliegenden Fall auf hohe Ausgangsspannung ankommt, ist also die Triodenschaltung vorteilhaft. Der niedere Innenwiderstand der Trioden ist im Hinblick auf die verhältnismäßig niedrigen Gitterableit-Widerstände der Endstufe ein wichtiger Vorteil. Die Pentodenschaltung hat außerdem den Nachteil, daß bei tiefen Frequenzen, wo Kondensatoren für das Schirmgitter nicht mehr voll wirksam sind, Phasendrehungen entstehen, die die Wirksamkeit der Steuerstufe stark beeinträchtigen. Aus dem Anodenkreis der oberen Widerstandsverstärker-Röhre wird eine kleine, an einem Potentiometer einstellbare Teilspannung entnommen und dem Gitter der unteren Röhre zugeführt. Die Teilspannung wird so eingestellt, daß nach ihrer Verstärkung in der unteren Röhre genau die gleiche Ausgangsspannung von der unteren Röhre, wie von der oberen Röhre entsteht. Da die untere Röhre, wie jede Verstärkerröhre, eine Phasenumdrehung um 180° ergibt, steht in ihrem Anodenkreis zusammen mit dem Anodenkreis der oberen Röhre die gewünschte Gegentaktspannung zur Verfügung. Die Schaltung ist theoretisch sehr schön. Bei den praktischen Versuchen des Verfassers haben sich aber doch Einstellungsschwierigkeiten ergeben. Vermutlich wegen der an den Grenzen des Frequenzbereichs nicht kontrollierbaren Phasendrehungen, die entweder zu Selbsterregung oder zu nicht vollkommener Symmetrie führen.

Amerikanische Symmetrierungsschaltung

Von amerikanischer Seite wird häufig eine Symmetrierungsschaltung nach Bild 8 vorgeschlagen. Die obere und untere Widerstandsverstärkerröhre haben einen gemeinsamen, nicht durch einen Elektrolyt-Kondensator überbrückten Katoden-Widerstand. Das Gitter der unteren der beiden Röhren liegt unmittelbar am Null-Leiter. Die untere Röhre erhält eine Gitterwechselspannung, die der zwischen Katode und Null-Leiter der oberen Röhre entstehenden Spannung entspricht. Die genaue Untersuchung der Schaltung zeigt, daß tatsächlich dadurch eine Phasenumdrehung um 180° entsteht, so daß im Anodenkreis eine Gegentaktspannung auftritt. Die praktische Untersuchung der Schaltung zeigt aber, daß es kaum gelingt, einen Katoden-Widerstand zu finden, der eine wirklich symmetrische Gegentaktspannung liefert. Die Symmetrie wird um so besser, je höher der Katoden-Widerstand ist. Ein zu großer Katoden-Widerstand bedeutet aber falsche Gittervorspannung und zu hohe Gegenkopplung, also zu starke Herabsetzung der Verstärkung und der max. erzielbaren Ausgangsspannung. Die Schaltung ist deshalb in der vor-

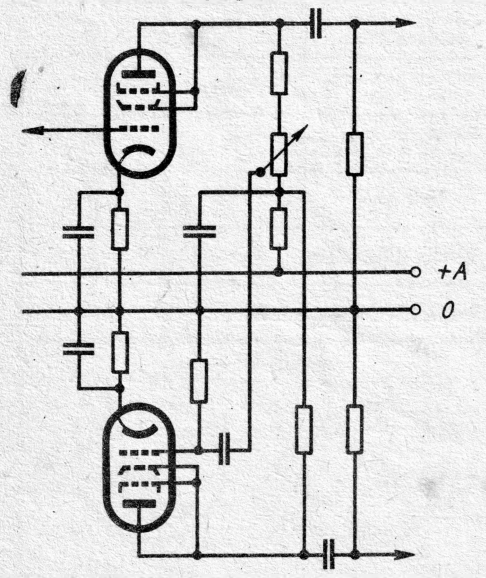


Bild 7. Gegentaktendstufe ohne Ausgangstransformator mit Entnahme einer Teilspannung aus dem Anodenkreis der oberen Widerstandsverstärkerröhre

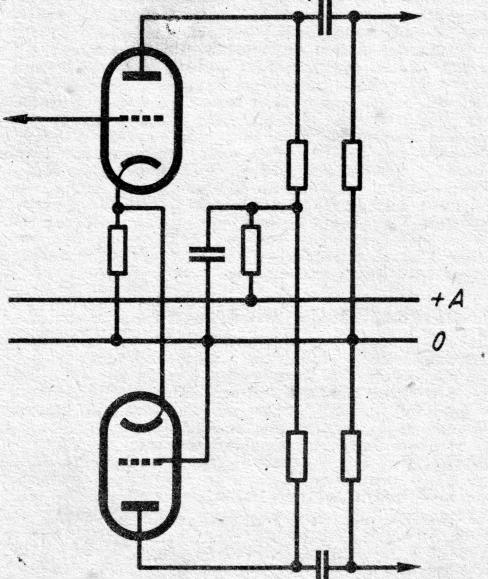


Bild 8. Bei dieser Gegentaktendstufe erhält die untere Röhre ein Gitterwechselspannung, die der zwischen Katode und Null-Leiter der oberen Röhre entstehenden Spannung entspricht

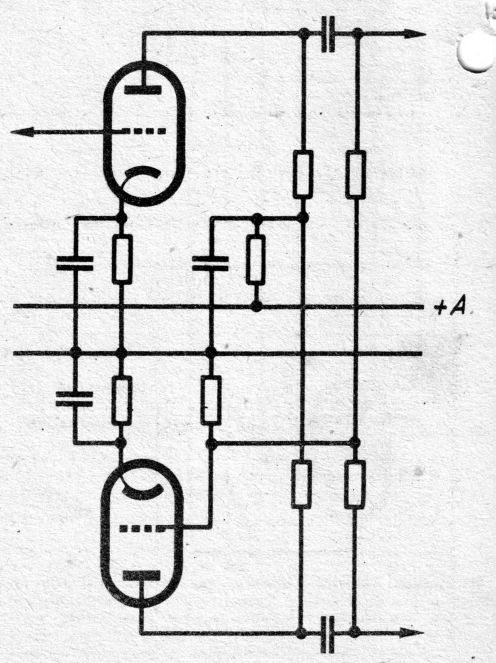


Bild 9. Symmetrierungsschaltung, bei der die Gitterableit-Widerstände mit einem gemeinsamen dritten Widerstand Verbindung haben, dessen anderes Ende am Null-Leiter liegt

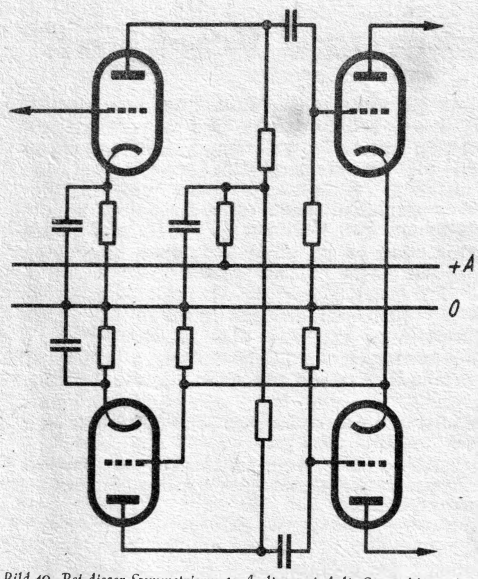


Bild 10. Bei dieser Symmetrierungsschaltung sind die Gitterableitwiderstände direkt zu Masse geführt. Die Katoden werden über einen gemeinsamen Katodenwiderstand mit dem Null-Leiter verbunden (kein Katoden-Kondensator)

liegenden Form noch nicht richtig brauchbar. Trotzdem wurde sie mit einer vom Verfasser eingeführten Verbesserung infolge ihrer außerordentlichen Einfachheit beim Aufbau des ausgeführten Kraftverstärkers benutzt.

Symmetrierungsschaltung mit geringer Restunsymmetrie

Eine andere Symmetrierungsschaltung ist in Bild 9 dargestellt. Die Gitterableitungs-Widerstände der Endstufe werden nicht wie bei allen anderen bisher behandelten Schaltungen direkt zum Null-Leiter geführt, sondern an einen gemeinsamen dritten Widerstand, dessen anderes Ende dann am Null-Leiter liegt. An diesem dritten Widerstand treten Tonfrequenzspannungen von der Größe der Unsymmetrie der Gitterkreise auf. Legt man diese Spannung an das Gitter der unteren der beiden Röhren von Bild 9, so wird die unsymmetrische Spannung verstärkt, und der Anodenkreis der unteren Röhre arbeitet der Unsymmetrie entgegen. Wird eine Röhre mit 10-facher Verstärkung benutzt, so wird die gesamte Unsymmetrie 8 : 10 sein. Sie ist damit für die meisten Fälle belanglos. Immerhin erreicht die Schaltung doch keine absolute Symmetrie, es verbleibt immer noch eine Restunsymmetrie. Aus diesem Grunde wollte der Verfasser diese Schaltung ebenfalls nicht benutzen.

Tabelle 2
Betriebsdaten für Nf-Endverstärkung
LS 50 = RL 12 P 50

		Eintakt A-Betrieb	Gegentakt A - B - Betrieb			
Anodenspannung	V	300	300	400	600	800
Schirmgitterspannung	V	300	300	250	300	300
i_a Ruhestrom	mA	130	2x100	2x100	2x60	2x50
i_a volle Aussteuerung	mA	130	2x120	2x120	2x120	2x120
i_{g2} Ruhestrom	mA	7	2x8	2x3	2x1,6	2x0,9
i_{g2} volle Aussteuerung	mA	20	2x20	2x16	2x14	2x13
e_{g1} –	V	–28	–30	–28	–48	–51
e_{g1} ~	V	19	2x20	2x20	2x33	2x36
R_a	kOhm	2	3*	5*	5*	8*
Nutzleistung	Watt	18	40	50	90	120

Tabelle 3
Betriebsdaten für Nf-Endverstärkung
RS 287 = RL 12 P 35

		Eintakt A-Betrieb	Gegentakt A-B-Betrieb		
Anodenspannung	V	300	300	400	600
Schirmgitterspannung	V	200	200	200	200
i_a Ruhestrom	mA	90	2×80	2×80	2×50
i_a volle Aussteuerung	mA	90	2×90	2×90	2×90
i_{g2} Ruhestrom	mA	12	2×10	2×8	2×5
i_{g2} volle Aussteuerung	mA	22	2×22	2×20	2×15
e_{g1} –	V	–30	–32	–42	–52
e_{g1} ~	V	21	2×23	2×30	2×37
R_a	kOhm	3	4*	6*	8*
Nutzleistung	Watt	11	25	35	55

* von Anode zu Anode.

Verbesserte Symmetrierungsschaltung

Ein ähnlicher Weg wird bei der Schaltung Bild 10 benutzt. Hier werden wieder, wie üblich, die Gitterableit-Widerstände der Endstufe direkt an den 0-Leiter geführt. Die Katoden der beiden Endstufenröhren werden über einen gemeinsamen Katoden-Widerstand, der nicht durch einen Elektrolyt-Kondensator überbrückt ist, an den Null-Leiter geführt. An den Katoden tritt dann ebenfalls wieder eine Spannung auf, die der Unsymmetrie der beiden Röhren entspricht. Diese Spannung kann dem Gitter der unteren der beiden Steuerstufen-Röhren von Bild 10 zugeführt werden. Diese Röhre arbeitet dann in ihrem Anodenkreis der Unsymmetrie entgegen. Bezüglich der verbleibenden Restunsymmetrie gelten die gleichen Überlegungen wie bei Bild 9. Aus demselben Grunde hat der Verfasser die Schaltung von Bild 10 nicht bei seinem Kraftverstärker benutzt. In amerikanischen Verstärkern wird sehr häufig eine Kombination der Schaltungen Bild 8 mit Bild 9 oder Bild 10 benutzt. Vom Verfasser wurden diese kombinierten Schaltungen ebenfalls versucht. Die Versuchsergebnisse sind aber nicht vollbefriedigend gewesen. Bei den praktischen Versuchen hat sich vielmehr die Schaltung Bild 11 als besonders geeignet erwiesen, so sehr, daß sie dann dem endgültigen Entwurf des Kraftverstärkers zugrunde gelegt wurde. Bild 11 stellt die bereits erwähnte Verbesserung der Schaltung von Bild 8 dar, die vom Verfasser anläßlich seiner Versuche gefunden wurde. Wenn nach der Schaltung Bild 8 ein Katoden-Widerstand gewählt wird, der optimale Gittervorspannung liefert, so ist, wie anläßlich der Besprechung von Bild 8 angegeben wurde, die von der unteren Röhre gelieferte Ausgangsspannung kleiner als die von der oberen Röhre gelieferte Spannung. Die vom Verfasser eingeführte Schaltungsmodifikation besteht nun einfach darin, daß der Anodenwiderstand der oberen Röhre aufgeteilt wird und aus dem Anodenkreis der oberen Röhre nur eine Teilspannung entnommen wird, die genau gleich groß ist wie die Tonfrequenzspannung, die die untere Röhre liefert.

Durch passende Auswahl der beiden die Spannungsteilung ergebenden Widerstände kann ein genauer Abgleich erzielt werden. Man könnte daran denken, den Widerstand durch ein Potentiometer zu ersetzen, um damit die Teilspannung einstellbar zu machen. Da aber mit einer verhältnismäßig langen Lebensdauer der verwendeten Röhren gerechnet wird, sind für den vom Verfasser aufgebauten Verstärker die Widerstände ausgesucht und dann fest eingelötet worden. Da die beiden Röhren der Endstufe in ihren Verstärkereigenschaften, wie schon angegeben wurde, auch nicht völlig übereinstimmen, kann durch den Spannungsteiler im Anodenkreis der Steuerstufe gleichzeitig auch die Unsymmetrie der Endstufe mit berücksichtigt werden, d. h., dieser Spannungsteiler kann so eingestellt werden, daß die Anodenwechselspannungen der beiden Endröhren gleich werden, auch wenn deren Gitterwechselspannungen verschieden sind. Damit ist eine Schaltung für den Übergang von einer unsymmetrischen Verstärkerstufe auf die symmetrische Endstufe entstanden, die bei außerordentlicher Einfachheit alle an eine solche Stufe zu stellenden Forderungen bestens erfüllt.

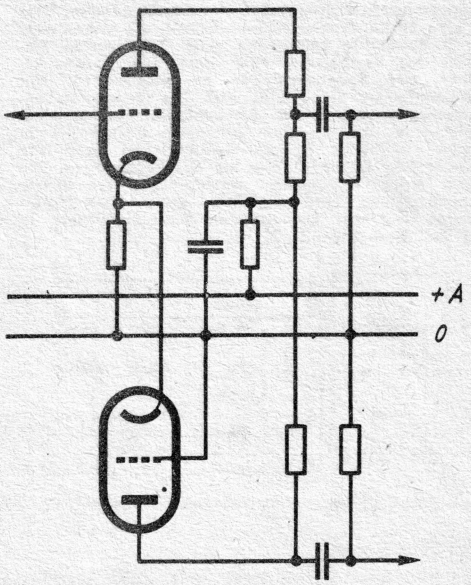


Bild 11. Verbesserte Symmetrierungsschaltung mit aufgeteiltem Anodenwiderstand der oberen Gegentaktröhre

liche hohe Niederfrequenzverstärkung zu erzielen. 0,05 Volt am Eingang reichen damit für volle Aussteuerung aus. Es können also auch unempfindliche Tonabnehmer und fast alle Arten von Mikrofonen angeschaltet werden. Damit entsteht eine Gesamtschaltung nach Bild 12. In dieser Abbildung sind auch alle Dimensionierungswerte eingetragen. Da die Pentodenvorstufe keine Besonderheiten enthält, die Steuerstufe und Endstufe in allen Einzelheiten bereits durchgesprochen sind, ist für die gesamte Schaltung nur noch wenig zur Erläuterung zu sagen. Eine kleine Besonderheit, die noch nicht erwähnt wurde, sind die Hochohm-Widerstände unmittelbar an den Gittern sämtlicher Röhren. Sie bedeuten eine Unterdrückung von Hochfrequenz- oder Zwischenfrequenz-Spannungen, die unbeabsichtigt in den Verstärker kommen können. Im Ausgangskreis eines vorzuschaltenden Empfängers sind häufig noch Reste von Hoch- oder Zwischenfrequenzspannungen vorhanden. Da die im Kraftverstärker benutzten Röhren noch eine wirksame HF-Verstärkung ergeben, würde dies zu Unzuträglichkeiten führen. Es ist deshalb zweckmäßig, durch die erwähnten Gitterwiderstände für eine Unterdrückung der Hoch- oder Zwischenfrequenzspannungen zu sorgen. Da alle Stufen des Verstärkers gitterstromfrei betrieben werden, bedeuten die Widerstände keinen weiteren Nachteil, im Gegenteil, sie sorgen sogar mit Sicherheit dafür, daß nicht etwa unbeabsichtigte Störwellen in irgendeiner der Röhren entstehen.

Eine weitere Besonderheit ist die Einschaltung des Anodenstrom-Meßinstruments für die Endstufe. Die im Anodenkreis der Endstufe benutzte Doppeldrossel ermöglicht es, jeder der beiden Röhren den Anodenstrom getrennt zuzuführen. In jedem der beiden Kreise kann deshalb ein kleiner Widerstand von 5 Ω eingeschaltet werden, der für die Tonfrequenzspannungen belanglos ist, der aber einen kleinen Gleichstromspannungsabfall verursacht. Dieser kann dem Meßinstrument zugeführt werden, das durch den eingezeichneten Umschalter beliebig an die obere oder untere Verstärkerröhre angeschaltet werden kann. Dies ermöglicht den genauen Abgleich des Katoden-Widerstands der oberen Röhre auf gleichen Ruhestrom mit der unteren Röhre. Da der einstellbare Katoden-Widerstand nur für die obere Röhre vorgesehen ist, muß die Röhre mit dem größeren

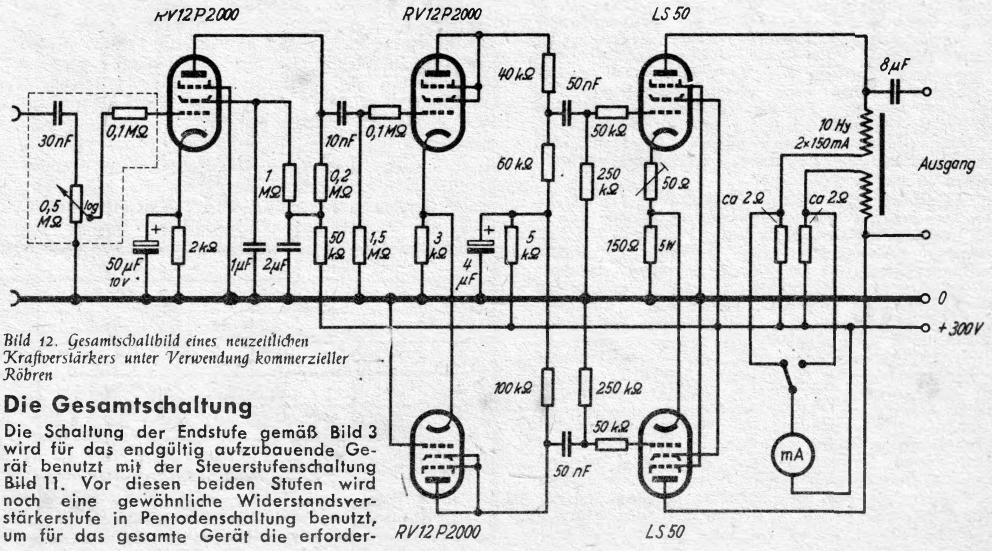


Bild 12. Gesamtschaltbild eines neuzeitlichen Kraftverstärkers unter Verwendung kommerzieller Röhren

Die Gesamtschaltung

Die Schaltung der Endstufe gemäß Bild 3 wird für das endgültig aufzubauende Gerät benutzt mit der Steuerstufenschaltung Bild 11. Vor diesen beiden Stufen wird noch eine gewöhnliche Widerstandsverstärkerstufe in Pentodenschaltung benutzt, um für das gesamte Gerät die erforder-

Anodenruhestrom jeweils in den der oberen Röhre entsprechenden Röhrensockel eingesteckt werden. Dies ist eine kleine Betriebsnotwendigkeit, die sicher nicht als Komplikation empfunden wird. Beim ersten Abgleich des Verstärkers wird dann, wie bereits erwähnt, der Spannungsteiler im Anodenkreis der Steuerstufe so eingestellt, daß die Ausgangs-Tonfrequenzspannungen im Anodenkreis der Endstufe gleich sind. Der an den Verstärker anzuschaltende Außen-Widerstand ist aber doppelt so groß wie nach Tabelle 2 oder 3. Wie bei der Besprechung von Bild 3 bereits angegeben wurde, ergibt die Stromgegenkopplung eine Erhöhung des Außen-Widerstandes. Mit der vorliegenden Dimensionierung ist das Verhältnis etwa 1 : 2.

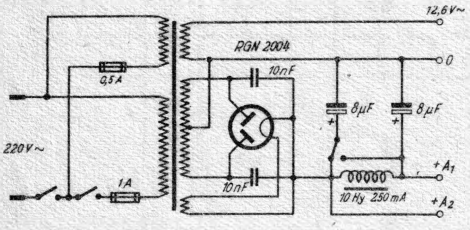


Bild 13. Schaltung des Netzteiles zum Kraftverstärker

Das Netzgerät

Dem Verstärker müssen zwei Spannungen zugeführt werden:

a) **Die Heizspannung von 12,6 V als Wechselspannung mit etwa 1,6 Amp.**

b) **die Anodenspannung mit 300 V Gleichspannung bei ca. 200 mA Ruhestrom und etwa 270 mA Strom bei voller Aussteuerung.**

Für die Spannung a) wird es meist nicht möglich sein, sie dem Hauptnetz-Transformator des Netzgeräts, das die Spannung b) liefert, zu entnehmen, dagegen wird es meist leicht möglich sein, einen eigenen Heiz-Transformator zu finden, der die 12,6 V Wechselspannung liefern kann. Der getrennte Heiz-Transformator hat dann noch den Vorteil, daß die Heizung eingeschaltet werden kann vor Anlegung der Anodenspannung, was während der ersten Versuche besonders vorteilhaft ist, aber auch im späteren Betrieb zur Verlängerung der Lebensdauer der Röhren beiträgt. Damit ergibt sich für das Netzgerät die Schaltung Bild 13. Die Anodenspannung wird von einer Zweiweg-Gleichrichterröhre geliefert. Die benötigte Leistung kann geliefert werden von einer der folgenden Typen:

RGN 2004, AZ 12, EZ 12, LG 12, RG 12 D 300.

Die Heizspannung der Gleichrichterröhre richtet sich nach dem zur Verfügung stehenden Röhrentyp.

Als kleine Besonderheit weist das Netzgerät noch einen Umschalter für den ersten Filterkondensator auf. Wird dieser so geschaltet, daß er nicht am Filtereingang, sondern parallel zum zweiten Filter-Kondensator liegt, so ist die vom Netzgerät abgegebene Anodenspannung nur etwa 70 % der vollen Spannung. Es ist für die erste Einschaltung des Geräts und den Abgleich außerordentlich erwünscht, auf diese Weise mit verminderter Anodenspannung arbeiten zu können und erst dann, wenn man sich überzeugt hat, daß alles richtig in Ordnung ist, auf volle Anodenspannung umgeschaltet wird. Eine weitere kleine Besonderheit des Netzgeräts ist es, daß an der Klemme A_2 die Anodenspannung herausgeführt ist, die am Eingang des Filters liegt. Es kann dann eine Aufteilung im Kraftverstärker in der Weise vorgenommen werden, daß die Anodenspannung der Vorstufen und die Schirmgitterspannung der Endstufe an den Anschluß $+A_1$ gelegt wird und nur der Anodenstrom der Endstufe der Klemme entnommen wird. Damit steht für den Anodenstrom der Endstufe eine noch höhere Spannung zur Verfügung, die eine Erhöhung der Ausgangsleistung bedeutet. Der Filterkreis braucht in diesem Falle nur für etwa 10 % der Stromentnahme des vorhergehenden Betriebszustandes ausgelegt zu werden (kleinere Filter-Kondensatoren und sehr viel kleinere Filterdrossel). Die Brummeigenschaften des Verstärkers werden zwar etwas ungünstiger, sind aber noch für viele Zwecke, insbesondere, wenn es sich nur um Sprachübertragung handelt, ausreichend, da bekanntlich eine Gegentaktstufe Brummspannungen, die in der Anodenspannung enthalten sind, weitgehend in sich kompensiert.

Die Anordnung der beiden Netzschalter im Primärkreis der beiden Transformatoren ergibt die Sicherheit, daß die Heizspannung jeweils vor der Anodenspannung eingeschaltet wird, da eine Betätigung des Netzschalters für die Anodenspannung erst dann das Anlegen der Netzspannung ergibt, wenn vorher der Schalter für den Heiz-Transformator eingelegt wurde. Wird nach anderen Betriebsdaten der Tabellen 2 oder 3 dimensioniert, als bisher angenommen wurde (Anodenspannung und Schirmgitterspannung = 300 V), so muß im Netzgerät noch der bereits bei der Besprechung von Bild 1 erwähnte zusätzliche Spannungsteiler für die Schirmgitterspannung mit vorgesehen werden. Der von der Gleichrichterröhre zu liefernde Strom erhöht sich dann noch um den Querstrom dieses Spannungsteilers. Wenn die Betriebsdaten mit hohen Anodenspannungen gewählt werden, so können, wie aus den Tabellen hervorgeht, Ausgangsleistungen bis zu 120 Watt bei der gleichen Röhrenbestückung erzielt werden. Dr. ing. W. Nestel

LC-Meßgerät für Labor und Werkstatt

Induktivitäts- und Kapazitätsmessung nach einem Hf-Resonanzverfahren. L_x-Meßbereich: 2 ... 2000 µH, C_x-Meßbereich: 0 ... 50 000 pF, in je drei Bereiche unterteilt. Meßgenauigkeit: ± 2 %. Direkte Anzeige.

Für qualifiziertere Rundfunkwerkstätten, die sich neben dem Reparaturdienst auch mit dem Selbstbau von Superhets und Hf-Meßgeräten befassen, ist ein L-C-Meßgerät unentbehrlich. Die sehr verbreiteten Klein-Meßbrücken sind hierzu wenig geeignet, weil kleine Kapazitäts- und Induktivitätswerte, wegen der kritischen Brückenerdung und den schwer vermeidlichen Streufeldern, nur sehr ungenau meßbar sind. Dagegen sind L- oder C-Meßgeräte nach dem Hf-Resonanzverfahren wesentlich zuverlässiger. Ihre hauptsächlichsten Vorteile sind: Kleine C- oder L-Werte von einigen pF oder µH werden ebenso genau und bequem gemessen wie größere Werte. Spulen und Kondensatoren werden annähernd in dem Frequenzbereich gemessen, für den sie im normalen Betrieb bestimmt sind. Bei ungefähr gleichen Induktivitäts- oder Kapazitätswerten bildet die Größe der angezeigten Resonanzspannung ein qualitatives Maß für die Spulengüte und den Verlustfaktor.

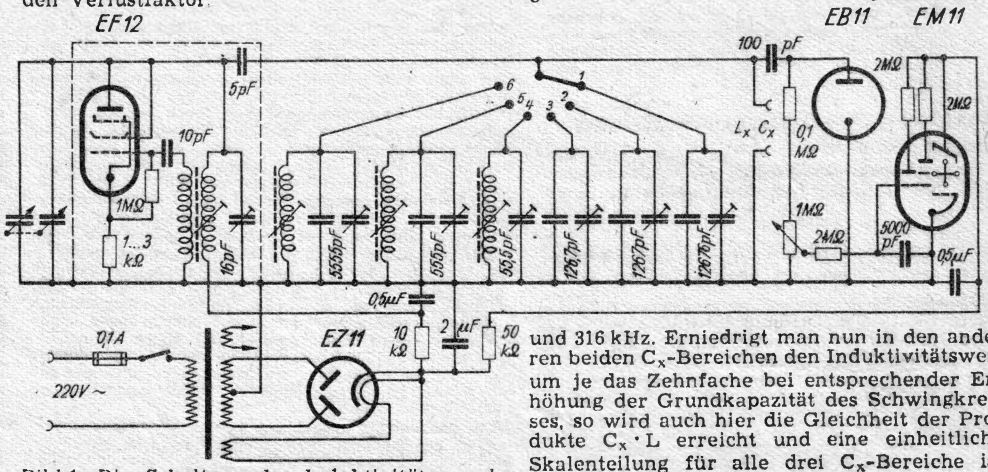


Bild 1. Die Schaltung des Induktivitäts- und Kapazitätsmeßgerätes

Von der Selbstherstellung derartiger Geräte werden die meisten Techniker nur deshalb abgehalten, weil ihnen die vielen zur Eichung notwendigen L- und C-Normalen fehlen. Es wird deshalb hier neben der Gerätebeschreibung ein einfaches Eichverfahren angegeben, um bei den angegebenen Meßbereichen mit insgesamt nur drei L- und drei C-Normalen auszukommen.

Die Schaltung (Bild 1)

Diese besteht aus Netzteil, Oszillator, 6 Meßkreisen und Hf-Gleichrichter mit Anzeigeteil. Der Oszillator schwingt im Frequenzbereich von 316 ... 1000 kHz und ist über 5 pF an die 6 wählbaren Meßkreise angekoppelt. Diese liegen am Hf-Gleichrichter, dessen abgegebene Richtspannung den Leuchtwinkel der Abstimmanzeigeröhre EM 11 steuert. Ist ein Meßkreis in Resonanz mit der Oszillatorfrequenz, so leuchtet die Röhre auf. Der günstigste Leuchtwinkel wird durch das Potentiometer P_1 eingestellt. Sollen nun in einem L_x-Meßbereich 2 bis 20 µH meßbar sein (ΔL_x = 1:10), so erfordert dies vom Oszillator eine ebenso große Kapazitätsvariation ΔC = 1 : 10, was einer Frequenzvariation von 1:3,16 entspricht. Der zu messenden Induktivität liegen im 1. Bereich 12676 pF parallel. Damit ergibt sich mit 2 µH bei 1000 kHz und mit 20 µH bei 316 kHz Resonanz. Für den 2. und 3. Bereich muß die Parallelkapazität jeweils um das Zehnfache verkleinert werden, um für dieselben Oszillatorfrequenzen Resonanz zu ermöglichen. Das Produkt $L_x \cdot C$ ist also so zu halten, daß es in allen Bereichen für einen gewissen Skalenwinkel gleich groß ist (z. B. $L_x \cdot C = 5 \cdot 12676 = 63380$ im ersten und $50 \cdot 1267{,}6 = 63380$ im zweiten Bereich). Dadurch kommt man für alle drei L_x-Bereiche mit einer einheitlichen Skalenteilung aus (*Bild 4*). Dieselbe Bedingung gilt auch für die drei C_x-Bereiche, die alle bei 0 pF beginnen. Hier liegt der zu messenden Kapazität ein Schwingkreis parallel, der bei C_x = 0 auf 1000 kHz abgestimmt ist. Beim Anlegen der jeweils größten Meßkapazität verringert sich die Resonanzfrequenz auf 316 kHz. Im kleinsten C_x-Bereich beträgt die Schalt- und Trimmerkapazität 55,5 pF. Diese erhöht sich durch Anlegen des größten C_x = 500 pF auf 555,5 pF, und das erforderliche C-Verhältnis ist erreicht. Mit der Meßkreisspule zu 456,8 µH ergeben sich dann die Grenzfrequenzen 1000 und 316 kHz. Erniedrigt man nun in den anderen beiden C_x-Bereichen den Induktivitätswert um je das Zehnfache bei entsprechender Erhöhung der Grundkapazität des Schwingkreises, so wird auch hier die Gleichheit der Produkte $C_x \cdot L$ erreicht und eine einheitliche Skalenteilung für alle drei C_x-Bereiche ist zulässig (*Bild 4*).

Der abgelesene Skalenwert wird dann mit den auf dem Bereichschalter markierten Faktor (x 1 ... x 100) multipliziert. Im Versuchsgerät wurden für sämtliche Spulen Haspelkerne-S-IV und zum Teil doppelte Litzen verwendet, weil sich damit für diesen Frequenzbereich besonders hohe Spulengüte erzielen läßt. Die Daten der Kreise sind in folgender Tabelle zusammengetragen.

Der Oszillator ist mit einem Zweigang-Drehkondensator zu 2×15 ... 500 pF versehen und durch den Trimmer auf die C-Variation 1:10 eingeengt. Zur Unterdrückung von Oberwellen, die im Meßkreis zu zweideutigen Meßergebnissen führen können, liegt im Katodenzweig ein Gegenkopplungswiderstand von 1 ... 3 kΩ. Damit wird der Gegenkopplungsgrad, bis knapp vor dem Abreißen der Schwingungen, erhöht. Bei zu fester Kopplung zwischen Oszillator und Meßkreis können Mitnahmeerscheinungen auftreten, wodurch beim Abstimmen zwei dicht nebeneinander liegende Resonanzstellen entstehen und zu Zweideutigkeiten führen. Vermieden wird dies durch Verkleinern des Koppelkondensators. Zur Vermeidung direkter Strahlung ist der Oszillator abzuschirmen.

Abgleich und Eichung

Meßbereiche		C pF	L µH	Sämtliche Spulen auf Haspelkern-Sirufer-IV	
1.	2 ... 20 µH	12676			
2.	20 ... 200 µH	1267			
3.	200 ... 2000 µH	126,7		Wdg.	Drahtsorte
4.	0 ... 500 pF	55,5	456,8	104	10 x 0,07 CuLS
5.	0 ... 5000 pF	555	45,68	33	2 x 10 x 0,07 CuLS
6.	0 ... 50000 pF	5555	4,56	10	2 x 20 x 0,07 CuLS
Oszillator		30 ... 1000 + 16	262,5	80	10 x 0,07 CuLS
			Rückk.	40	0,15 CuLS

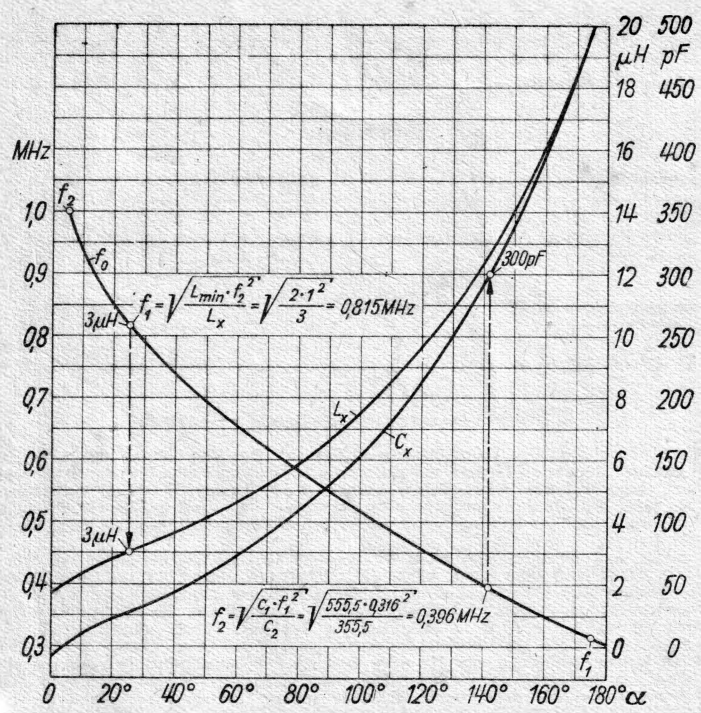


Bild 2. Eichkurven für das L-C-Meßgerät. Aus der Oszillatorfrequenzkurve f_0 wird die L_x- und C_x-Kurve errechnet und daraus die Skalenteilung von Bild 4 ermittelt. $C_1 = C_{x\,max}$ + Grundkapazität 55,5 pF, C_2 = Grundkapazität 55,5 pF + C_x für den gesuchten Drehwinkel.

Hierzu sind folgende Normalen erforderlich: 2 µH, 20 µH, 200 µH, 500 pF, 5000 pF und 50000 pF.

1. Die Skala des Drehkondensators wird mit einer 180°-Hilfsskala versehen und eine Frequenzeichung durchgeführt. Steht kein Frequenzmesser zur Verfügung, so liefert das im FUNKSCHAU-Heft 6/1946 Seite 67 geschilderte

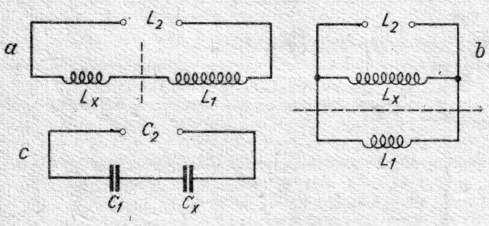


Bild 3. Hilfsschaltung zur Erweiterung des L_x- und C_x-Meßbereiches.

Eichverfahren gute Ergebnisse. Ausgenutzt wird der Drehwinkel von 5° ... 175° und für diese Endwerte die Oszillatorfrequenz auf 1000 kHz und 316 kHz eingeregelt. Mit einem normalen Rundfunkdrehkondensator ergibt sich die in *Bild 2* aufgetragene Frequenzkurve f_0 und eine Skalenteilung nach Bild 4.

2. Bereich 1: Normalspule 2 µH anschließen und durch Trimmer bei 1000 kHz auf Resonanz einstellen. Mit 20 µH muß sich dann bei 316 kHz Resonanz ergeben.

3. Bereich 2: 20 µH bleiben angeschlossen und bei 1000 kHz durch Trimmer auf Resonanz abgleichen. Mit 200 µH ergibt sich dann bei 316 kHz Resonanz.

4. Bereich 3: 200 µH belassen und bei 1000 kHz durch Trimmer Resonanzstellung vornehmen.

5. Bereich 4: Schwingkreis durch Trimmer bei 1000 kHz auf Resonanz abgleichen. Hierauf Normalkondensator 500 pF anschließen und durch Spulenabgleich bei 316 kHz Resonanz einstellen. Abgleich so oft wiederholen, bis sich die Abstimmung an beiden Bereichenden nicht mehr verändert.

6. Bereich 5: Abgleich wie im Bereich 1, jedoch bei 316 kHz mit 5000 pF.

7. Bereich 6: Abgleich wie im Bereich 1, jedoch mit 50000 pF.

Hierauf werden aus der Frequenzkurve für den ersten L_x-Bereich und den kleinsten C_x-Bereich die Zwischenwerte berechnet. Die Rechenformeln hierzu sind in Bild 2 angegeben. Darnach werden für den L_x-Bereich 17 und für den C_x-Bereich 19 Eichpunkte ermittelt und als Kurve aufgetragen. In Bild 2 ist als Beispiel der Drehwinkel für L_x = 3 µH und C_x = 300 pF ausgerechnet. Aus den so gewonnenen Eichkurven wird dann der einem gewissen L_x- oder C_x-Wert zukommende Drehwinkel in eine nach Bild 4 gefertigten Skala eingetragen. Die Selbstherstellung der Skala bereitet kaum Schwierigkeiten.

Meßbereicherweiterung

Durch Benutzung von Spulen und Kondensatoren, die an den Enden des Gesamtmeßbereiches noch gut meßbar sind, kann der L_x-Bereich auf 0,2 µH ... 20 mH und der C_x-Bereich auf 0 ... 0,5 µF erweitert werden. Zur besseren und kürzeren Erklärung dient Bild 3a ... c. L_x-Bereicherweiterung nach kleinen Werten hin: Für die Reihenschaltung nach Bild 3a ist $L_2 = L_x + L_1$. Beträgt z. B. die Induktivität der Hilfsspule L_1 = 2,5 µH und der Wert L_2 = 2,8 µH, so ist $L_x = L_2 - L_1$ = 2,8 — 2,5 = 0,3 µH. Bei L_x-Bereicherweiterung nach großen Werten hin benutzt man die Parallelschaltung nach *Bild 3b* mit der Beziehung: $L_2 = L_x \cdot L_1 / L_x + L_1$ und erhält für $L_x = L_2 \cdot L_1 / L_1 - L_2$. Induktive Kopplung zwischen den Spulen vermeiden! Zur Erweiterung des C_x-Bereiches schaltet man den bekannten Kondensator mit dem zu messenden in Reihe *(Bild 3c)*. Allgemein gilt: $C_2 = C_1 \cdot C_x / C_1 + C_x$ und erhält für $C_x = C_2 \cdot C_1 / C_1 - C_2$. Beträgt z. B. C_1 = 45000 pF und der nach Reihenschaltung gemessene Wert C_2 = 40000 pF, so beträgt C_x = 40 · 45 / 45 — 40 = 0,36 µF. Bis zum Verhältnis L_2 / L_x = 10 : 1 oder $L_x / L_2 = C_2 / C_x$ = 1 : 10 liefern diese Verfahren noch gute Meßergebnisse; darüber hinaus steigen aber die dadurch bedingten Meßfehler beträchtlich an.

Da der Aufbau des Gerätes ganz von dem zur Verfügung stehenden Material abhängt, sind hierzu keine näheren Angaben gemacht worden. Es empfiehlt sich jedenfalls, das Gerät in einem allseitig geschirmten Gehäuse unterzubringen und auf mechanisch und elektrisch soliden Aufbau großen Wert zu legen.

J. Cassani

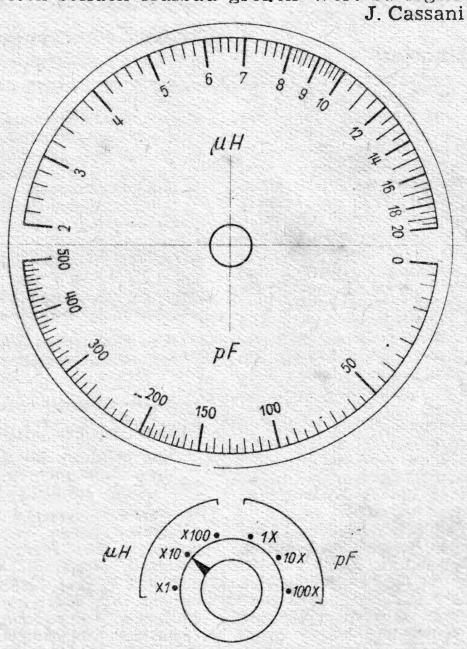


Bild 4. Die Skala des L-C-Meßgerätes. Im 2., 3., 5. und 6. Bereich wird die Ablesung mit dem Faktor 10 bzw. 100 multipliziert.

RÖHREN-ERSATZ

Ersatz der EBL 1 durch EL 3 und 6 H 6

Im Sockel der EBL 1 sind die beiden Dioden dort angeschlossen, wo die EL 3 das Steuergitter und einen freien Pol hat. Ich habe bei der EL 3 den Sockel aufgesägt, den Gitterdraht aus seinem Kontakt herausgelötet, scharf um die obere Kante des Sägeschnitts festgelegt und an eine Gitterkappe angelötet.

Da der Raummangel im Gerät erfordet, daß die 6 H 6 über der EL 3 angeordnet werden muß, verlegte ich die Gitterkappe auf die Höhe der Verkittung des Glaskolbens der EL 3 mit dem Sockel. Zur Befestigung der Gitterkappe wird mit Alleskleber ein Stück Gummistreifen über die Kittstelle geklebt und zwei Windungen Klingeldraht darauf gewickelt, dessen Enden scharf verdrillt werden. Auf den entstehenden Drahtstutzen lötet man die Gitterkappe. Die Reibung am Gummi verhindert ein Verschieben der Drahtschleifen. Diese werden aus Isolationsgründen stellenweise wieder mit Gummistreifen überklebt.

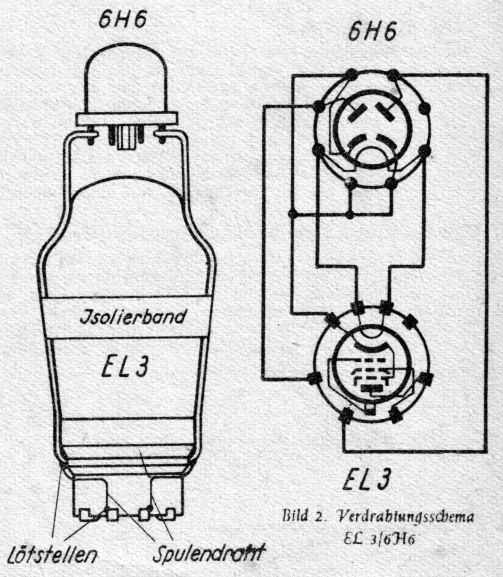


Bild 1. Anordnung der Röhren EL 3/6H6

Bild 2. Verdrahtungsschema EL 3/6H6

Die 6 H 6 wird auf zwei Drahtbügel von 2 mm starkem, isolierten Draht gelötet, die als Zuleitung dienen und mit den Heizanschlüssen der 6 H 6 leitend verbunden sind. Diese beiden Bügel enden in 2 Löchern des Bakelitsockels der EL 3 außerhalb der Röhrenfassung. Mit Isolierband sind die Bügel starr mit dem Glaskolben zu verbinden (Bild 1). Die beiden Dioden werden an den leergewordenen Gitterpol und an den daneben liegenden freien Kontakt angeschlossen. Diese Verbindungen sind mit Spulendraht auszuführen und mit Alleskleber am Röhrensockel zu verkitten. Auf die gleiche Weise erfolgt die Verbindung der Tragbügel mit den Heizkontakten der EL 3. Stärkerer Draht würde ein Einsetzen in den Topfsockel unmöglich machen.

K. Vetter

Schluß von Seite 60

so wird

$$R_{q} = \frac{U_{g2}}{I_{q}}$$

Durch R_{g2} fließt dann die Summe von I_{q} und I_{g2}. Seine Größe muß sein:

$$R_{g2} = \frac{U_B - U_{g2}}{I_{q} + I_{g2}}$$

Wird die Röhre gänzlich herabgeregelt, so fließt kein Schirmgitterstrom mehr. Die Spannung am Schirmgitter ergibt sich dann allein aus der Spannungsteilung an den Widerständen R_{q} und R_{g2}.

$$U_{g2} = U_B \cdot \frac{R_{q}}{R_{q} + R_{g2}}$$

Beispiel: Röhre ACH 1. Normale Betriebswerte: U_B = 250 V; U_{g2} (= U_{g4}) = 70 V; $I_{g2} + I_{g4}$ = 3,5 mA; Höchstwert von U_{g2} = 125 V. Der Querstrom I_{q} wird zunächst willkürlich gleich dem Schirmgitterstrom, also gleich 3,5 mA gewählt.

$$R_{q} = \frac{70}{0{,}0035} = 20\,000\ \Omega$$

$$R_{g2} = \frac{250 - 70}{0{,}0035 + 0{,}0035} = \frac{180}{0{,}007} = 25\,700\ \Omega$$

Schirmgitterspannung im herabgeregelten Zustand:

$$U_{g2} = 250 \cdot \frac{20\,000}{20\,000 + 25\,000} = 250 \cdot \frac{20}{45} = \text{rd. } \mathbf{110\ Volt.}$$

Der gewählte Spannungsteiler ist also zulässig.

Otto Limann.

Erweiterung des Röhrenprüfgerätes W 16

Für das Röhrenprüfgerät Bittorf & Funke, Typ W 16, sind folgende Erweiterungen zu empfehlen: Erhöhung und Regelbarkeit der Gittervorspannung, Einbau einer Gitterstromtaste, Einbau eines Schutzwiderstandes zur Schonung von Röhren mit hoher Heizspannung und von zwei Zusatzsockeln für rote Röhren mit Oktalsockel und für Preßglasröhren, ferner für die Messung von Röhren, für die keine Prüfkarten vorhanden sind, die Anfertigung von „Sockelkarten" und für Spezialröhren die Herstellung von Zwischensockeln.

Regelbare Gittervorspannung

Da Taschenlampenbatterien z. Z. nicht zu haben sind, muß man sich nach anderen Spannungsquellen umsehen. Außerdem ist die Spannung einer Taschenlampenbatterie etwas zu niedrig. Günstiger ist eine Spannung von 15—20 V., wenn man nicht einen kleinen Trockengleichrichter bevorzugt. Diese Spannung ist nun aber nicht direkt an Stelle der alten Batterie, sondern über ein Potentiometer nach Bild 1 anzuschließen. Wird die Spannung einer Batterie entnommen, dann muß dieses Potentiometer mit einem Ausschalter versehen sein, der in der Normalstellung auf „aus" steht, es wird dann kein Querstrom verbraucht. In Stellung 13 des Prüfschalters liegt die volle Gittervorspannung an der Röhre. Das Potentiometer ist mit einer in Volt geeichten Skala zu versehen. Durch den Einbau dieses Potentiometers wird es möglich, von Röhren, deren Daten unbekannt sind, schnell die ungefähre Kennlinie zu bestimmen und damit ihre Verwendungsmöglichkeiten und den Arbeitspunkt festzulegen.

Gitterstromtaste

Notwendig ist dazu eine Taste mit Arbeits- und Ruhekontakt, gegebenenfalls auch ein Kippschalter. Der Kontakt wird in die Verbindungsleitung vom Prüfschalter zu den Gittersteckkontakten eingeschleift und mit einem Widerstand von etwa 1 MΩ überbrückt. Zweckmäßig ist außerdem die Überbrückung mit einem guten Kondensator von etwa 0,1 µF, um irgendeine Aussteuerung der Röhre zu verhindern. Allerdings ist die Prüfung auf Gitterstrom im Röhrenprüfgerät nicht immer unbedingt zuverlässig, da ein starker Gitterstrom manchmal erst nach längerer Betriebsbelastung eintritt, während sie dagegen im Prüfgerät keinen Fehlstrom anzeigt (beim Verfasser trat der Fall einmal bei einer neuen El 12 auf).

Einbau eines Schutzwiderstandes (Urdox)

Es hat sich gezeigt, daß Röhren mit hoher Heizspannung (z. B. CY 1, CL 4 usw.) durch den Einschaltstromstoß leicht durchbrennen können. Das liegt daran, daß der Teil des Heizfadens, der im Katodenröhrchen liegt, sich verhältnismäßig langsam erwärmt, damit auch niedrigen Widerstand hat. Die aus dem Katodenröhrchen herausragenden Heizfadenenden werden dadurch so gut wie immer anfangs überlastet. Wenn diese Fadenenden verhältnismäßig lang sind, zudem die Einschal-

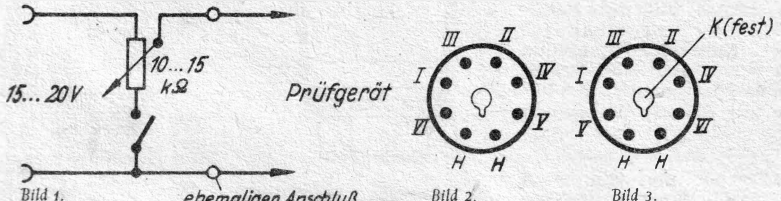


Bild 1. Anschluß des Potentiometers für die Regelung der Gittervorspannung

Bild 2. Anschlußbeispiel für rote Röhren mit Oktalsockel

Bild 3. Anschlußbeispiel für Röhren mit Preßglassockel

tung in dem Moment erfolgt, wo im Netz gerade Spitzenspannung herrscht, ist es leicht um die Röhre geschehen. Der beste Schutz dagegen besteht im Einbau eines Urdoxwiderstandes, und zwar in der Netzzuleitung. Es braucht dies kein neuer Urdox zu sein, man kann auch einen Urdox verwenden, der aus einem durchgebrannten Eisen-Wasserstoff-Widerstand herausgenommen wird. Dieser Urdox in der Netzzuleitung muß dann nach kurzer Anheizzeit kurzgeschlossen werden. Man kann den Schalter hierfür getrennt oben auf die Montageplatte setzen, er kann aber auch mit dem Prüfschalter verbunden werden. Um die Röhre noch vorsichtiger zu behandeln, ist es zweckmäßig, zugleich mit der Einschaltung des Urdox die Gleichrichterröhre abzuschalten (2-poligen Kippschalter), soll aber in Ermangelung eines Urdoxwiderstandes ein einfacher Drahtwiderstand verwendet werden (etwa 100—200 Ohm), so ist es besser, die Gleichrichterröhre angeschaltet zu lassen.

Anfertigung von „Sockelkarten" und neuen Prüfkarten

Bei diesem Röhrenprüfgerät gibt es von jeder Sockelart nur ein Exemplar (Ausnahme Oktalsockel). Die Schaltung des Sockels für die zu messende Röhre geschieht zugleich mit dem Anlegen der Spannungen durch das Einstecken der Stifte in die Löcher der Prüfkarte. Um nun auch Röhren prüfen zu können, für die keine Prüfkarte vorhanden ist, muß man wissen, wie die Stifte für die notwendige Schaltung gesteckt werden müssen. Für diesen Zweck wird für jeden Sockel eine Sockelkarte angefertigt. Als Beispiel hierzu für den Außenkontaktsockel siehe Bild 4. Die oberste Kontaktsteckerreihe ist lediglich für die Schaltung des Sockels. Darunter sind fünf Buchsen für Außenkontakte an den Röhren. In der folgenden Kontaktsteckerreihe sind die ersten fünf Stecker für die Anodenwechselspannung bei Gleichrichterröhren und bei starken Endröhren (z. B. bei der AD 1). Die nächsten drei Buchsen sind für die drei Schirmgitterspannungen. Die folgenden 12 Stecker dienen zur Herstellung der verschiedenen Heizspannungen. Die zweitletzte Buchse ist in Bild 2 mit 23 bezeichnet. Die letzte gehört zu den letzten drei der obersten Steckerreihe. Die unterste Steckerreihe ist in zwei Hälften geteilt. Die rechte Hälfte dient zur Anschaltung der verschiedenen Meßbereiche. Bei der linken Hälfte waren die erste und die beiden letzten Steckerkontakte frei. Die übrigen sind für die verschiedenen Anodengleichspannungen. Die drei freien Kontakte sind auch anzuschließen, und zwar an K, Sg. und A. Sie werden benötigt für zwei Zusatzsockel rechts und links vom Prüfschalter. Nun zur Anwendung der Sockelkarten. Letztere sind so aufzunehmen, daß das aufgezeichnete Sockelbild den Sockelbildern in den Röhrentabellen entspricht, also in der Draufsicht. Um nun den Sockelkontakt I mit Anodenspannung zu verbinden, muß bei den fünf Steckkontakten, die mit I bezeichnet sind, A 1 oder A 2 gesteckt werden, außerdem natürlich die gewünschte Anodenspannung. A 1 kommt immer bei Verstärkerröhren in Frage, A 2 bei Zweiweggleichrichterröhren, wenn diese Anode als zweite in Stellung 13 des Prüfschalters gemessen werden soll, während A 1 in Stellung 12 gemessen wird. Soll Schirmgitterspannung angeschaltet werden, dann wird bei I Sg. gesteckt und außerdem wieder die gewünschte Sg.-Spannung usw. Zu II und III wäre dasselbe wie zu I zu sagen. Bei IV, V und VI ist nur A, das ist hier A 1. VI wird bei diesem Sockel nicht gebraucht. V war ebenfalls ursprünglich nicht angeschlossen, sondern dieser Sockelkontakt war mit K fest verbunden. Um nun aber z. B. die Röhre ECH 4 messen zu können, war es notwendig, hier V anzuschließen, nachdem K entfernt wurde. Es darf dann aber nicht vergessen werden, bei sämtlichen anderen Prüfkarten für indirekt geheizte Röhren mit Außenkontaktsockel V K zu lochen. Über den eventuellen Außenanschluß, sowie zum Stecken der Sg.-Spannung, Anoden-Spannung und des Meßbereiches ist wohl keine Er-

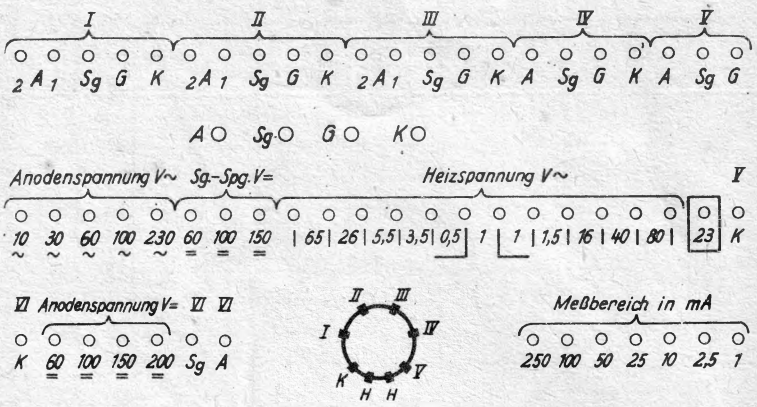


Bild 4. Beispiel für eine Sockelkarte (Außenkontaktfassung achtpolig)

klärung notwendig. Die Heizspannung ergibt sich aus der Summe der zwischen den Steckern liegenden Zahlen. Voraussetzung ist, daß der eine Stift links und der andere rechts von der linken Zahl 1 gesteckt wird. Kontakt 23 ist bei Verstärkerröhren stets, bei Gleichrichterröhren nicht zu stecken. Er legt die Gittervorspannung in Stellung 13 an den Prüfling. Fehlt er bei einer Verstärkerröhre, so zeigt diese in der Stellung 13 nicht an.

Für öfters vorkommende Röhren ist es zweckmäßig, sich Prüfkarten selbst anzufertigen. Dazu wird eine Karte unter die Sockelkarte gelegt, die entsprechenden Stifte durchgesteckt und anschließend die neue Prüfkarte beschriftet und numeriert. Für entsprechende Röhren mit lediglich anderem Sockel sind dieselben Prüfbedingungen zu wählen (z. B. EL 12 und EL 6). Zu der Anfertigung von Prüfkarten für die D-Röhrenserie mit Stahlröhrensockel ist zu sagen, daß diese Röhren infolge der inneren Röhrenverbindung von Hz nach dem im Röhrenprüfgerät fest mit Katode verbundenen Sockelstift in Stellung drei des Prüfschalters Fehler anzeigen. Das hat nichts zu sagen, man könnte es zwar ändern, indem man diesen Sockelanschluß mit VI verbindet (sämtliche anderen Prüfkarten für indirekt geheizte Röhren mit Stahlröhrensockel wären dann entsprechend zu lochen), es ist aber bis auf weiteres nicht notwendig.

Zusatzsockel

Zwei Sockel sind, da sie sehr oft vorkommen, zusätzlich einzubauen. Es sind dies ein zweiter Oktalsockel für die rote Röhrenserie, da hier die Heizungsanschlüsse anders liegen als bei den amerikanischen Röhren mit Oktalsockel, außerdem ein Sockel für die Preßglasröhren (z. B. ECH 21, UBL 21 usw.). Beide Sockel werden parallel geschaltet und in zwockmäßiger Weise mit den Anschlüssen I—V verbunden, hinzu kommen die drei bisher freien Steckerkontakte VI. Als Beispiel hierzu siehe Bild 2 für Oktal- und Bild 3 für Preßglassockel, und zwar nach den Ziffern in Bild 4 für den Außenkontaktsockel. Weitere Zusatzsockel wären zwar platzmäßig möglich, aber nicht notwendig. Für kommerzielle Röhren usw. ist es besser Zwischensockel anzufertigen und zwar entweder für den Oktal- (RR) oder für den Preßglassockel, da hier alle Möglichkeiten I—VI vorhanden sind. Für öfter vorkommende Röhren kann dann wieder in Verbindung mit dem Zwischensockel eine Prüfkarte angefertigt werden. In Frage kommt hier z. B. ein Zwischensockel für die Pentode RV 12 P 2000. Für diesen Sockel ist dann eine Sockel- und eine Prüfkarte anzufertigen. Mit diesem Zwischensockel könnten dann an Hand der Sockelkarte noch folgende Röhren geprüft werden: RV 12 H 300, RV 2,4 P 700, RL 2,4 P 3, RG 12 D 3, LG 15 usw.

Prüfbeispiel für Röhre ECH 4

Röhrensystem	Herzustellende Steckverbindungen
a) Triodensystem	II G, V A, 23, Uh 6,3 V, Ua 60 V, Ia 10 mA, Sollwert Ia etwa 4 mA.
b) Hexodensystem	I Al, II K, III Sg, V K, 23, Außenanschluß G, Uh 6,3 V, Ua 100 V, U Sg 60 V, Ia 10 mA, Sollwert Ia etwa 4 mA.

Schlußbemerkungen

Das benutzte Prüfsystem eignet sich zum Selbstbau mit folgenden Änderungen:

a) Spannungsteilung durch einen Stabilisator Typ STV 280/80 oder STV 280/150 der Stabilovolt.
b) Die Anodenspannung bekommt damit folgende Stufen: 70, 140, 210 und 280 V, die Schirmgitterspannung würde die gleichen Stufen erhalten.
c) Ein weiterer Gleichrichter für die Erzeugung der Gittervorspannung von 70 Volt Spannung, stabilisiert durch eine Glimmlampe (z. B. Stabilovolt STV 75/15).
d) Ein Potentiometer zur Regelung der Gittervorspannung, umschaltbar in zwei Bereichen von 0—20 und 0—70 Volt. Die Skala des Potentiometers ist in Volt zu eichen.

J. Selmke

FUNKTECHNISCHES FACHSCHRIFTTUM

Wir bitten unsere Leser, die hier besprochenen Werke nur bei dem jeweils in der Besprechung angegebenen Verlag zu bestellen und Geldbeträge ohne Aufforderung weder dem betreffenden Verlag noch uns einzusenden.

Elektrotechnisches Fachrechnen

Ein Lehrbuch für den Gebrauch an Fachschulen, in Lehrgemeinschaften und für den Selbstunterricht. Von Hans Gruber und Franz Poschenrieder. Leibniz-Verlag, München, 1947. 130 Seiten. Preis RM. 3.—.

In der vorliegenden Schrift wird eine allgemein verständliche Darstellung des elektrotechnischen Fachrechnens, wie es dem Elektropraktiker geläufig sein muß, gegeben. Das Werk ist in zwei Hauptabschnitte, Gleichstromteil und Wechselstromteil, aufgeteilt. Während in einem einleitenden Kapitel Formelumstellung und VDE-Zeichen behandelt werden, bringt der Anhang eine übersichtliche Anleitung zum Stabrechnen und zahlreiche praktische Zahlentafeln. Da an mathematischen Vorkenntnissen keine Anforderungen gestellt werden und für alle vorkommenden Rechnungen praktische Rechenaufgaben geboten werden, ist das nun in zwölfter Auflage erscheinende Werk hervorragend als Lehrbuch geeignet. Auch der funktechnische Nachwuchs kann aus dem empfehlenswerten Buch großen Nutzen ziehen, denn es veröffentlicht zahlreiche Rechnungen, die der Funkpraktiker anstellen muß.

Werner W. Diefenbach

NEUKONSTRUKTIONEN

Neuer permanentdynamischer Lautsprecher

Bei der Konstruktion von Lautsprechern ist man bemüht, insbesondere nichtlineare Verzerrungen und störende Eigenresonanzen zu vermeiden. Eine fortschrittliche, von der Fa. Josef Hoffmann entwickelte Neukonstruktion eines permanentdynamischen Lautsprechers (Belastbarkeit 4 Watt, Schwingspulenwiderstand 4 Ohm) macht von einer neuartigen Aufhängung der Schwingspule und der Zentrierspinne Gebrauch. Die aus *Bild 1* ersichtliche Art der Aufhängung gewährleistet eine präzise Führung der Schwingspule im Luftspalt und verbürgt außerdem eine fast eigenresonanzfreie Halterung. Da für Membrane und Zentrierspinne dasselbe Material verwendet wird, treten ausgesprochene Eigenresonanzen kaum mehr auf.

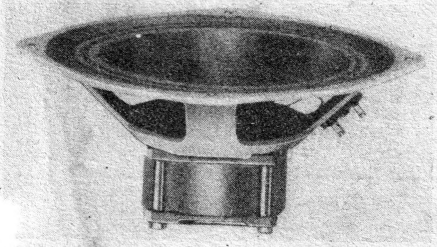


Bild 1. Der neue „Permax"-Lautsprecher in permanentdynamischer Ausführung besitzt eine Belastbarkeit von 4 Watt

Ein weiterer Vorteil liegt in der Abdeckung des Luftspaltes gegen Eisenspäne. Durch die Dehnbarkeit der Rillen sind die nichtlinearen Verzerrungen, die bei tiefen Frequenzen in den Amplitudenspitzen auftreten, gering. Die

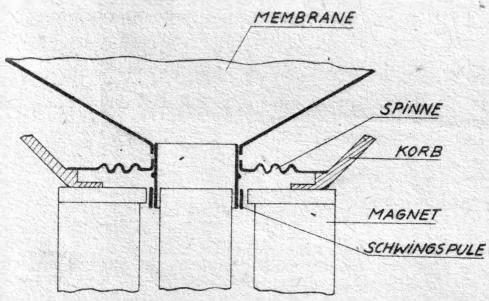


Bild 2. Grundsätzlicher Aufbau des „Permax"-Lautsprechers

Amplitude bei tiefsten Frequenzen kann bis 4 mm betragen, ohne daß die Rückstellkräfte der Zentrierung und Membranenaufhängung wesentlich den Klangcharakter beeinflussen. Die Membrane selbst weist im Kegelhals eine Verdickung auf, die zu den Rändern hin abnimmt und günstigen Frequenzgang des Lautsprechers gewährleistet.

„Permax" Abstimmskala

Von der Fa. Josef Hoffmann wird eine neue Abstimmskala herausgebracht, die mit Friktionsantrieb arbeitet und als Linearskala eine

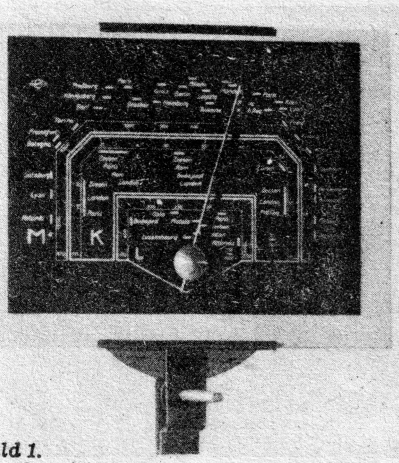


Bild 1. Vorderansicht der neuen „Permax"-Skala

Skalenfläche von 18 × 13 cm besitzt. Das Skalenblatt ist in Pappe ausgeführt und für Kurzwellen (19 ... 50 m), Mittelwellen und Langwellen geeicht, wobei die Stationsnamen in Negativ-Schrift erscheinen. Der Stationszeiger läuft daher vor dem Skalenfeld. Die neue Skala eignet sich vor allem für Selbstbauempfänger, da der Einbau leicht vorzunehmen ist.

Kleiner Spulenkoppler

Geradeausempfänger mit Fernempfangseigenschaften müssen eine Regelmöglichkeit für Trennschärfe und Empfindlichkeit haben. Im Einkreiser erzielt man Trennschärferegelung am einfachsten durch veränderliche Antennenkopplung, wie sie z. B. der neue Spulenkoppler MLW 1017 der Fa. Otto Tiede ermöglicht. Im Vergleich zu bisher erschienenen Ausführungen besitzt der neue Spulenkoppler infolge Verwendung eines raumsparenden Hf-Eisenkerns recht geringe Abmessungen.

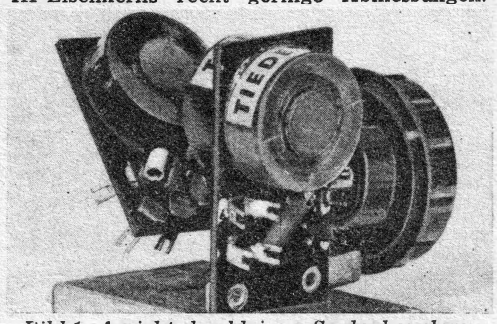


Bild 1. Ansicht des kleinen Spulenkopplers für Einkreisempfänger
(Aufnahme: FUNKSCHAU)

Die Spulen sind vertikal an zwei Pertinaxleisten befestigt. Die zweite Pertinaxplatte ist mittels Metallachse drehbar angeordnet. Der Gesamtaufbau des neuen Spulenkopplers bietet ein gutes Beispiel für sinnvolle Materialanwendung. So sind Spulenanordnung und Schwenkachse an einem kleinen Metallträger montiert, dessen zweckmäßige Form viel zu den günstigen Abmessungen beitragen konnte.

FACHPRESSESCHAU

Impulsmodulation

Rob. Endall, Radio News, April 1946, S. 41

Neben der bekannten Amplituden- und Frequenz-(Phasen-)Modulation hat sich in den letzten Jahren, auch bei uns, die Impuls-(Zeit-) Modulation eingebürgert, da sie eine Reihe von Vorteilen besitzt. Sie erlaubt eine Erhöhung des Signal-Störspiegel-Verhält-

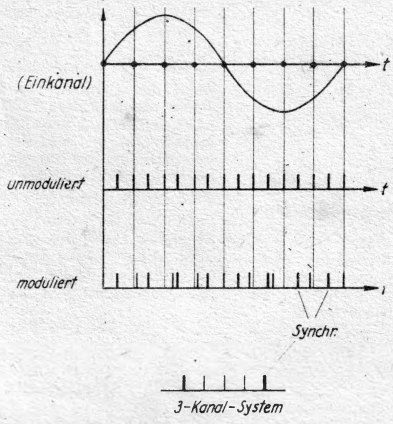


Bild 1. Zeitimpulsmodulation

nisse, Anwendung höherer Nutzleistung und Frequenz, Möglichkeit des Mehrkanalsystems, sowie nicht zuletzt eine Vereinfachung des eigentlichen Senders.

Mehrkanalsystem (Bild 1). Die Nf-Welle wird in Einzelimpulse zerlegt, deren Stellung (gemäß der Nf-Amplitude) zu den feststehenden Synchronosierimpulsen variiert. Statt des einen können bis zu 8 Modulationsimpulse zwischen je 2 Synchronosierimpulse gelegt werden, von denen jeder eine andere Nf überträgt (8 Kanäle). Die Frequenz der Syn-

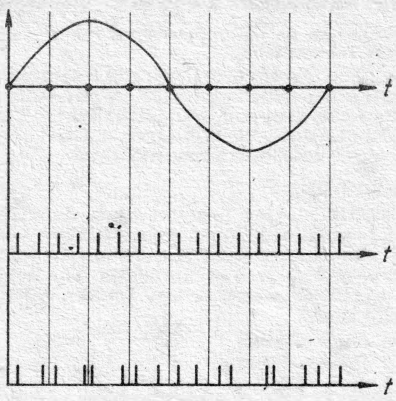


Bild 2. Impulspaarmodulation

chronosierimpulse liegt zwischen 8—30 kHz, die höchste übertragbare Nf liegt dabei zwischen 3 und 10 kHz. Überschneidungen der Variationsbereiche müssen natürlich vermieden werden. Das Impulstastgerät benötigt nur 5 Röhren, für jeden weiteren Kanal eine weitere. Äußerst einfach wird die Tastung durch das sog. Cyclodos (z. B. Bild 2), das mit einem polar abgelenkten Kathodenstrahl Impulse herstellt. Jeder volle Umlauf des Strahles auf der kreisförmigen Bahn läßt durch die Blende viermal den gewünschten Impuls erzeugen. Die Blendenschlitze sind schief, an drei Schlitzen kann der Strahl in radialer Richtung abgelenkt werden. Dadurch tritt die zeitliche Verschiebung der Impulse gegeneinander ein. Am vierten Schlitz wird nicht abgelenkt (Synchronosierimpuls). Auf ähnliche Weise arbeitet dann der Empfänger mit dem sog. Cyclophon.

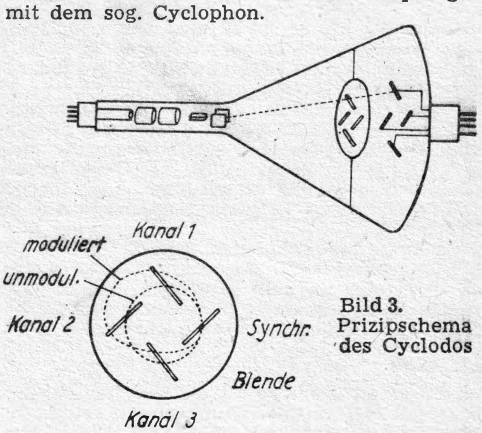


Bild 3. Prizipschema des Cyclodos

Impulspaarsystem. (Bild 2). Hier werden keine festen Synchronisierimpulse verwendet, sondern je ein Paar, dessen Abstand der Modulation entsprechend variiert. Sender und Empfänger sind einfacher aufgebaut, der Empfänger z. B. besteht im wesentlichen aus zwei Kippgeräten, die mit gleicher Frequenz schwingen, deren gegenseitige Phase aber durch die beiden Impulse abwechselnd gesteuert werden, der resultierende Anodenstrom beider gibt die Modulation wieder. Genaue Schaltungen und Daten für beide Systeme werden angegeben. W. Gruhle

REPARATURWINKE

Getrennte Oszillatorröhre bei verbrauchtem Triodenteil der Mischhexode

Bei manchem Superhet setzt der Empfang völlig aus, weil der Triodenteil verbraucht ist. Wenn sich bei der Röhrenmessung ergibt, daß der Hexodenteil noch verwendet werden kann, empfiehlt es sich, eine RV 12-P 2000-Triode dem Triodenteil der Mischhexode parallel zu schalten. Bei diesem Verfahren spart man bei fehlender Ersatzmischröhre eine zweite P 2000 für das Mischsystem ein. Josef Pütz

Kratzgeräusche im Lumophon „Markgraf" WD 210

Treten in einem Lumophon „Markgraf" Kratzgeräusche auf, so ist vor der Untersuchung der Anodendrossel der keramische Kondensator im Werte von 200 cm von der Anode der RENS 1234 zum Schwingkreis mit der Glimmlampe zu untersuchen, dieser ist vielfach an den Störgeräuschen schuld. Die Isolierschicht ist bei diesem Kondensator zu dünn und hält vielfach der Spannung auf die Dauer nicht stand. J. Selmke

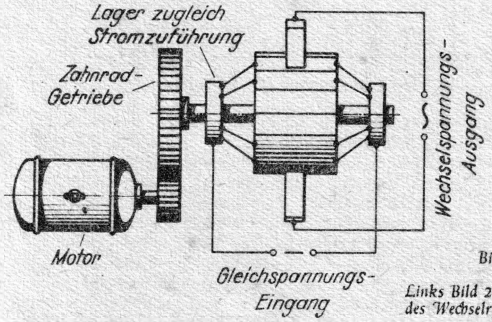
Ein neuartiger Wechselrichter

Anschließbar an Gleichspannungen von 60 . . . 220 Volt — hohe Belastbarkeit — große Lebensdauer.

Dieses neue Gerät vermeidet alle Nachteile der bisher gebräuchlichen mechanischen Wechselrichter. Sein Aufbau wurde unter weitgehender Berücksichtigung handelsüblicher Teile durchgeführt. Leistung und Lebensdauer rechtfertigen auch völlig den zuerst vielleicht als etwas groß erscheinenden Aufwand.

Umpolprinzip

Der Wechselrichter arbeitet nach dem Umpolprinzip. Ein Kollektor mit 16 Lamellen befindet sich mit zwei voneinander isolierten Kugellagern auf einer Achse. Die beiden Lager dienen zugleich als Stromzuführungen zu je vier Lamellen. Die acht Lamellen sind so verteilt, daß zwischen zwei mit den Lagern verbundenen immer eine leere Lamelle liegt.



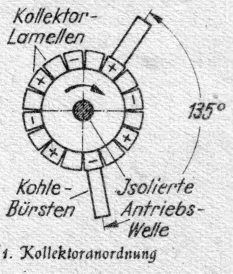


Bild 1. Kollektoranordnung

Links Bild 2. Grundsätzlicher Aufbau des Wechselrichters

Auf dem Kollektor schleifen unter einem Winkel von 45 oder 135 Grad zwei Kohlebürsten. Führt der Kollektor bei über die Lager angelegter Gleichspannung nun eine volle Umdrehung aus, so kann an den Kohlebürsten die achtmal umgepolte Gleichspannung — entsprechend vier Perioden — abgenommen werden. Will man beispielsweise 50 Hz erhalten, so sind dazu nur 750 Umdrehungen des Kollektors in der Minute notwendig. Diese verhältnismäßig geringe Drehzahl begünstigt einen ruhigen Lauf und große Schonung von Kollektor und Kohlebürsten.

Der Antrieb erfolgt über eine einfache Zahnradübersetzung durch einen hochtourigen Kleinmotor mit etwa 60 Volt Betriebsspannung. Ein vorgeschalteter, stufenweise abgreifbarer Widerstand paßt den Motor an jede Netzspannung an.

Die von den beiden Kohlebürsten abnehmbare Wechselspannung wird einem Transformator zugeführt, dessen Primärwicklung eine Reihe, durch Stufenschalter wählbarer Anzapfungen zwischen 60 und 220 Volt besitzt. Dadurch ist das Gerät praktisch für jede vorkommende Netzspannung verwendbar. Auch die gerade heute so häufig in Gleichstromnetzen auftretenden Unterspannungen lassen sich durch einfaches Betätigen dieses Stufenschalters ausgleichen.

Die Sekundärwicklung des Transformators liefert 220 Volt Wechselspannung mit verhältnismäßig günstiger Kurvenform. Selbst bei starker Belastung ist kein Absinken der Frequenz, wie z. B. bei Umformern, möglich, da in dem Gerät ja nur mechanische, völlig unabhängig angetriebene Kontakte vorhanden sind.

Leistung

Die entnehmbare Leistung ist lediglich durch die Größe von Kollektor, Kohlebürsten und Transformator begrenzt. Sie beträgt bei 35 mm Kollektordurchmesser etwa 500 VA. Das Gerät kann jedoch noch für wesentlich höhere Leistungen gebaut werden.

Bezüglich der Entstörung gelten dieselben Regeln wie für normale Zerhacker.

Abschließend sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Eigentums- und Vervielfältigungsrechte des Wechselrichters ausschließlich dem Verfasser vorbehalten sind.

Heinz Fochler

Sie funken wieder!

Neue funktechnische Anschriften

Unsere Anschriftenliste kommt vielfachen Wünschen von Industrie und Handel entgegen. Wir bitten alle Firmen, die wieder liefern können, um Mitteilung ihrer jetzigen Anschrift unter kurzer Angabe der gegenwärtigen Erzeugnisse. Die Liste wird laufend ergänzt werden. Die Aufnahme geschieht kostenlos. Einsendungen an die Schriftleitung der FUNKSCHAU, (13b) Kempten-Schelldorf, Kotternerstr. 12.

Wir bitten unsere Leser, bei Anfragen zu berücksichtigen, daß die Fabrikation der meisten Firmen erst angelaufen ist und Bestellungen sofort noch nicht ausgeführt werden können. In der Regel ist die Lieferung von mehrmonatigen Lieferfristen abhängig.

Hugo Blume, (20) Hannover, Klingerstraße 25 — Feindrahtwickelautomaten für Transformatoren und Spulen aller Art sowie Zubehör, Kreuzwickelspulenautomaten.

Adolf Brauckhage, (21b) Iserlohn i. W., An den Siebengäßchen 21 — Skalenseil.

Dipl.-Ing. Alfred Gremm, (22a) Köln-Sülz, Wittekindstraße 10 — Neuanfertigung und Reparatur von Rundfunkgeräten, Herstellung von Empfänger-Prüfsendern und anderen Meßgeräten und deren Reparatur, Ersatzteile für Radios.

Dr. Heimann & Puschmann, Hf-Werkstätten, (22a) Düsseldorf-Oberkassel, Dominikanerstr. 26 — Regenerierung von Rundfunkröhren.

Holsteinische Werkstätten, Inh. Walther Beer, Pülsen (Lütjenburg-Land) — Instandsetzung aller Lautsprechertypen in- und ausländischer Systeme, Rundfunk-Drosseln und -Transformatoren.

Dr. Kurt Müller, Fabrikation von Pappenguß, (20) Lachendorf b. Celle — Lautsprechermembranen — Zentriermembranen — Schwingspulen — Lautsprecherkörbe — Lieferung nur an Industriefirmen und den Fachgroßhandel.

Radiobau und Meßgerätefabrik, G. m. b. H., (14a) Stuttgart, Reinsburgstraße 44 — Radioempfangsgeräte, Klein-Prüfgeneratoren, Lautsprecher, Groß-Reparaturen im gesamten Hf- und Nf-Gebiet.

ULTRAFUNK-APPARATEBAU, Obering. Ernst-Otto Rolle, (23) Bremen, Blumenthalstr. 14 Regeneration von technischen Röhren, Rundfunkröhren und Elektrolytkondensatoren, Meßgeräte, Fernmelde-Spezial-Anlagen.

Telefunkenplatte G. m. b. H., Niederlassung (20) Hannover, Peiner Str. 21 — Die Militärregierung, Land Niedersachsen, hat der Telefunkenplatte G. m. b. H., Hannover, die Lizenz zur Produktion und zum Vertrieb von Schallplatten erteilt. Lizenzträger sind Julius Drogies und Dr. Ing. Hans-Werner Steinhausen.

Wann mit der Herstellung von Telefunken-Schallplatten in der Westzone begonnen werden kann, läßt sich z. Zt. noch nicht übersehen. Hierüber erfolgt zu gegebener Zeit Mitteilung.

Wer stellt her? Wer liefert?

Funktechnische Rundfragen

Der FUNKSCHAU-Leserdienst bemüht sich, Hersteller- und Lieferanschriften mitzuteilen. Da bei vielen Firmen eine Umstellung der Fabrikation stattgefunden hat, andere Firmen aus zeitbedingten Gründen noch nicht fabrizieren können, bitten wir alle Hersteller und Lieferanten folgender Erzeugnisse um Bekanntgabe ihrer Anschriften. Auch Mitteilungen aus Leserkreisen sind erwünscht.

Dynamobleche evtl. fertiggestanzte Trafobleche nach DIN, Hartpapier-Platten und Rohre, Isolierschlauch, Ölleinen und -papier, Preßspan, Lötösen, Montage-Schrauben, Schamottekörper für elektr. Lötkolben, gestanzte Pertinax-Platten, Rohrnieten, Röhrenfassungen (8pol., 5pol., für RV 12 P 2000), Stahlröhrenfassungen, Kippschalter (Einlochbefestigung 2 A 250 V), Messingblech (0,3 — 0,35 — 0,5½ hart und federhart), Filzstreifen ca. 4 mm stark, Wandstecker, Rundkopf-Holzschrauben 2,4×10, 2,4×15, 2,4×20, 3,5×20, 5×10 DIN 96, Flachkopf-Holzschrauben 3,5×30 DIN 97, katodenzerstäubte unhygroskopische, gut isolierende Folien in der Stärke von 0,03 bis 0,06 mm.

Adressenangaben an Schriftleitung FUNKSCHAU, Abtl. Leserdienst (13b) Kempten-Schelldorf, Kotterner Straße 12, erbeten.

Achtung! FUNKSCHAU-Bezieher

Wir bitten folgende Änderungen zu beachten:

1. **Unsere Geschäftsstelle München 22, Zweibrückenstraße 8, liefert die FUNKSCHAU ab 1. 7. 1947 nur noch für das Land Bayern aus. Wir bitten unsere in Bayern wohnenden Leser, das Bezugsgeld für das 3. Vierteljahr 1947 in Höhe von RM. 2.40 zuzügl. RM. -.50 Versandspesen auf das Postscheckkonto der Geschäftsstelle München, Nummer 38 168, einzuzahlen.**
2. **Alle übrigen Leser der westlichen Zonen erhalten die FUNKSCHAU ab 1. 7. 1947 vom Verlagsort Stuttgart. Wir bitten die Leser aus Württemberg, Baden, Hessen sowie aus der britischen und französischen Besatzungszone, das Bezugsgeld für das 3. Vierteljahr 1947 in Höhe von RM. 2.40 zuzügl. RM. -.50 Versandspesen auf das Postscheckkonto des Verlages, Stuttgart 5 788, einzuzahlen.**
3. **Die in Groß-Berlin wohnenden Leser erhalten die FUNKSCHAU ab 1. 7. 1947 durch die neu errichtete Geschäftsstelle Berlin, Berlin-Südende, Langestraße 5. Postscheckkonto wird noch bekanntgegeben.**

Wenn die rechtzeitige Einzahlung des Bezugsgeldes versäumt wird, kann eine Weiterlieferung der Zeitschrift zu unserem Bedauern nicht erfolgen.

FUNKSCHAU-Verlag Oscar Angerer, Stuttgart-S.

Der FUNKSCHAU-Verlag teilt mit:

1. **Der FUNKSCHAU-Verlag hat in Berlin eine Geschäftsstelle errichtet mit der Anschrift: FUNKSCHAU-Verlag Oscar Angerer, Stuttgart-S., Geschäftsstelle Berlin, Berlin-Südende, Langestraße 5. — Bestellungen, Anfragen und Zahlungen aus Groß-Berlin sind ab 1. 7. 1947 dorthin zu richten. Postscheckkonto wird noch bekanntgegeben. Anfragen aus der russisch besetzten Zone werden auch von der Geschäftsstelle Berlin beantwortet.**
2. **Die Geschäftsstelle München 22, Zweibrückenstraße 8, beliefert mit allen Verlagserzeugnissen das Land Bayern. Bestellungen, Anfragen und Zahlungen aus Bayern sind dorthin zu richten, Postscheckkonto München 38 168. Die Geschäftsstelle München ist außerdem für die Anzeigen in der FUNKSCHAU zuständig. Wir bitten deshalb alle FUNKSCHAU-Inserenten, ihre Anzeigen nur an die Geschäftsstelle München einzusenden.**
3. **Die Länder Nord-Württemberg, Nord-Baden und Hessen der amerikanisch besetzten Zone sowie die britische und französische Besatzungszone werden vom Verlagsort Stuttgart b liefert. Bestellungen, Anfragen und Zahlungen aus diesen Gebieten sind an den FUNKSCHA Verlag Oscar Angerer, Stuttgart-S., Mörikestr. 15, zu richten, Postscheckkonto Stuttgart 5788.**
4. **Anfragen an die Schriftleitung sind unmittelbar an den Hauptschriftleiter Werner W. Diefenbach, (13b) Kempten-Schelldorf, Kotterner Straße 12, zu richten.**

Wegen der gegenwärtigen Papierknappheit können unsere Verlagserzeugnisse zu unserem Bedauern nur in kleinen Auflagen erscheinen, so daß wir vorerst nur die Bestellungen von Fachleuten beliefern können, die die FUNKSCHAU-Literatur zur Ausübung ihres Berufes benötigen. Deshalb sind bei jeder Bestellung genaue Berufsangaben erforderlich. Die Tabellen, Broschüren und Bücher werden nur gegen Nachnahme oder nach erfolgter Aufforderung gegen Voreinsendung des Betrages ausgeliefert. Von unaufgeforderten Überweisungen bitten wir abzusehen.

Zur Zeit sind lieferbar:

FUNKSCHAU-Stationstabelle. Herausgegeben vom FUNKSCHAU-Verlag. Mittel-, Langwellen- und Kurzwellensender, Weltzeit-Tabelle, Internationale Länderkennzeichen, Tabelle der Q- und Z-Abkürzungen, Tabelle der Kurzwellenbänder. Tabelle der Frequenzgruppen und Sendearten usw. 12 Tabellen, 8 Seiten, Format Din A 4, 1946, Preis RM. 2.—.

Deutsche Amateur-Radio-Clubs

Die nachstehenden Deutschen Amateur-Radio-Clubs erstreben unter Ausschluß aller politischen und gewerblichen Ziele sowie gesellschaftlichen Unterschiede den Zusammenschluß aller Radio- und Kurzwellen-Amateure zur Förderung der gemeinsamen Interessen: Württembergisch-Badischer Radio-Club, Stuttgart-S, Neue Weinsteige 5. Hessischer Radio-Club, Frankfurt(Main)-Eschersheim, Neumannstr. 63. Bayrischer Amateur-Radio-Club, München 9. Steingadener Str. 28. Norddeutscher Amateur-Radio-Club (z. Z. in Bildung), Zuschriften an Herrn Alfred Müller, Kiel-Holtenau, Kanalstr. 43. Radio- und Kurzwellen-Amateure, in deren Zone noch keine Radio-Clubs bestehen, werden einstweilen vom Württembergisch-Badischen Radio-Club betreut. Fordern Sie bitte von dem für Ihr Land zuständigen Radio-Verband Werbeschriften und Aufnahmeformulare an. Ortsverbände der obigen Radio-Clubs bestehen in allen größeren Städten.

Noch nicht genannte Mitarbeiter:

Hubert Gibas, 15. 10. 1909, Theresienfeld; Dr. Werner Nestel, 5. 10. 1904, Stuttgart; Josef Cassani, 28. 7. 1912, Sterzing; Josef Pütz, 30. 8. 1913, Bonn; Heinz Fochler, 17. 10. 1925, München.

Hauptschriftleiter: Werner W. Diefenbach (zeichnet auch R.T.B.), (13b) Kempten-Schelldorf (Allgäu), Kotterner Str. 12, Fernspr. 20 25; für den Anzeigenteil: Oscar Angerer, (14a) Stuttgart-S., Mörikestr. 15
Verlag: FUNKSCHAU-Verlag Oscar Angerer, (14a) Stuttgart-S., Mörikestr. 15, Fernspr. 7 63 29; Geschäftsstellen des Verlages: (13b) München 22, Zweibrückenstr. 8, und (1) Berlin-Südende, Langestr. 5
Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 2, Luisenstraße 17, Fernsprecher 36 01 33 / Veröffentlicht unter der Zulassungsnummer US-W-1094 der Nachrichtenkontrolle der Militärregierung / Erscheint monatlich / Auflage 20 000 / Zur Zeit nur direkt vom Verlag zu beziehen. Vierteljahresbezugspreis RM. 2.40 zuzüglich Versandspesen / Einzelpreis 80 Rpf. Lieferungsmöglichkeit vorbehalten / Anzeigenpreis nach Preisliste 2 / Nachdruck sämtlicher Aufsätze und Bilder — auch auszugsweise — nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Mit freundlicher Genehmigung der WK-Verlagsgruppe für bastel-radio.de